COMPTE RENDU

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 19 DÉCEMBRE 1870.

PRÉSIDENCE DE M. LIOUVILLE.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

M. le Président de l'Institut invite l'Académie à désigner l'un de ses Membres pour la représenter, comme lecteur, dans la prochaine séance trimestrielle, fixée au mercredi 4 janvier 1871.

HISTOIRE DES SCIENCES. — *Résumé historique des travaux dont la gélatine a été l'objet; par* **M. Chevreul** (1).

« Rien de plus intéressant que l'histoire des écrits relatifs à des faits scientifiques susceptibles d'applications, surtout quand ils le sont à l'économie domestique.

» L'histoire des travaux dont la gélatine a été l'objet justifie cette proposition, mais je ne prétends pas la faire en ce moment, vu que je ne dispose pas du temps qu'elle exigerait, je me borne à tracer un résumé des principaux travaux dont elle se compose dans l'ordre chronologique où ils ont été produits.

---

(1) L'Académie a décidé que cette Communication, bien que dépassant en étendue les limites réglementaires, serait insérée en entier au *Compte rendu*.

§ I.

» L'origine de l'histoire de la gélatine date de la publication des travaux de D. Papin sur *la manière d'amollir les os et de faire cuire toutes sortes de viandes en fort peu de temps et à peu de frais.*

» En 1680, R. Boyle avait parlé de son digesteur, et en 1682 Papin publia son livre.

» Papin, en homme de génie et en observateur consciencieux, apprécia parfaitement les faits de la cuisson des matières alimentaires d'origine animale dans son digesteur; je me borne aux citations suivantes.

» Si la cuisson des os a été faite à une chaleur trop grande, la *gélée étant moins forte est aussi moins nourrissante* (page 26).

» Le brochet donne de la gelée par la cuisson, tandis que le maquereau n'en donne pas (page 44).

» Le cartilage se dissout presque en entier et donne une forte gelée (page 71).

» Enfin remarquons que la plupart des expériences de Papin ont été faites comparativement, et de plus que quelques auteurs ont eu tort de donner à croire que le bouillon qui sortait du digesteur avait toujours un goût d'empyreume : avant d'imaginer mon digesteur distillatoire (1) j'ai fait un assez grand nombre d'expériences avec le digesteur primitif pour protester contre cette allégation.

» Je ne quitterai pas ce sujet sans faire remarquer que dans le Rapport de Magendie fait au nom de la 2e Commission de la gélatine, la phrase soulignée dans la citation suivante n'est pas exacte :

« L'appareil où s'opéraient, dit Magendie, de si surprenantes transformations fut présenté à l Académie, qui le vit fonctionner et put ainsi *contempler la vapeur à une haute température s'appliquant pour la première fois à des usages économiques* (2). »

» Cette assertion est absolument inexacte, puisque le digesteur de Papin, loin d'avoir été imaginé pour faire agir la vapeur sur les corps, l'a été pour faire agir un *liquide quelconque* à une température plus élevée que celle qui le porte à l'ébullition sous la simple pression de l'air. Ajoutons que l'expression de *haute température* est impropre; la vérité est qu'il faut agir à une température supérieure à 100 degrés quand on opère avec de l'eau, mais tou-

---

(1) *Mémoires du Muséum d'Histoire naturelle,* t. Ier, p. 375.

(2) Tome XIII, p. 240, des *Comptes rendus.*

jours inférieure à celle qui altérerait la matière organique soumise à l'expérience.

§ II.

» Claude-Joseph Geoffroy le jeune, frère d'Étienne-François (1), s'était proposé, en 1730 et 1732, de déterminer ce que l'eau bouillante enlève aux viandes que l'on consomme ordinairement, et de connaître la proportion de l'extrait soluble pesé à l'état sec, relativement au résidu indissous pesé de même à l'état sec. Les deux matières étaient distillées ensuite (2).

» Il soumit encore à l'action de l'eau bouillante les os, la corne de cerf, l'ivoire, etc.

» Si les résultats généraux de ces recherches n'ont pas une grande valeur, il en est un auquel j'attache de l'importance, parce qu'il rentre dans une proposition générale que j'ai mise en avant comme règle de l'analyse immédiate organique, et pour bien faire comprendre l'esprit d'après lequel le chimiste qui l'exécute doit se guider.

» Le but de cette analyse est d'isoler les espèces chimiques qui constituent immédiatement les êtres organisés, les résultats ne doivent donc pas être altérés; or la première observation à faire est de constater s'ils présentent les propriétés de la matière avant l'analyse.

» Eh bien! c'est un exemple à suivre que je trouve dans le travail de Geoffroy.

» Ayant soumis à la distillation au bain-marie chaque sorte de viande, il observa que le produit volatil de la viande de bœuf avait l'odeur propre au bouillon de cette viande.

» Mes recherches ont appris que le principe odorant résidant à l'état latent dans une matière soluble, est mis en liberté par la cuisson.

§ III.

» Jusqu'à l'année 1758 on n'avait pas d'idée précise de la nature chimique des os. Hérissant contribua beaucoup à la faire connaître par un travail remarquable qui était bien l'œuvre d'un maître.

---

(1) L'auteur de la *Table des affinités ou rapports des différentes substances en chimie.*

(2) Examen chimique des viandes qu'on emploie ordinairement dans les bouillons, par lequel on peut connaître la quantité d'extrait qu'elles fournissent, et ce que chaque bouillon doit contenir en suc nourrissant. (*Mémoires de l'Académie des Sciences*, année 1730. Suite, *Analyse du pain*, 1732.)

» Des os furent plongés dans 4 parties d'eau, rendue acide par 1 partie d'acide azotique fumant. Après un certain temps, une matière indissoute conservant la forme de l'os, flexible, de nature organique, fut séparée d'une matière soluble dans l'acide, dont Hérissant constata la nature calcaire; mais alors on ne connaissait ni la composition des carbonates, ni celle des phosphates. C'est donc à Hérissant qu'est due la démonstration de ce fait capital : l'os est formé d'un tissu organisé et d'une matière calcaire.

» Il étendit cette conclusion quelques années après (1766) aux coquilles terrestres, aux coquilles d'eaux douces et d'eaux salées, aux madrépores, au corail, et insista sur la beauté de l'organisation des tissus organiques durcis par la matière terreuse.

» C'est donc à Hérissant qu'on doit le procédé d'extraction du *parenchyme*, du *cartilage*, de l'*osséine* au moyen des acides. Seulement, aujourd'hui on préfère avec raison l'acide chlorhydrique à l'acide azotique; mais n'omettons pas de faire remarquer que du temps de Hérissant, il était plus facile de reproduire une eau acidulée toujours la même, en recourant à l'eau forte qu'en employant l'esprit de sel ou l'acide chlorhydrique.

§ IV.

» En juillet 1775 parut dans le *Journal de Physique* un écrit assez étendu intitulé : *Recherches sur une loi générale de la nature, ou Mémoire sur la fusibilité et la dissolubilité des corps relativement à leur masse, où l'on trouve l'art de tirer facilement et sans frais* UNE MATIÈRE ALIMENTAIRE *de plusieurs corps dans lesquels on ne reconnaissait pas cette qualité; par* M. CHANGEUX.

» Je reproduis textuellement ce titre pour montrer la prétention de l'auteur, qui, plein de foi dans sa *loi générale,* se berce de l'espoir qu'elle *mettra un jour les hommes en état de ne jamais craindre les horreurs de la famine.*

» Voyons l'application de la loi de Changeux au sujet qui nous occupe.

» L'*action du feu est relative à la masse des corps, de telle sorte que de deux parties égales d'un même corps, l'une présentera d'autant moins d'obstacle au feu qu'elle surpassera l'autre en surface.*

» En divisant les corps, on leur donne des propriétés qui peuvent les rendre aptes à des usages qu'on ne pouvait prévoir avant leur division, et Changeux cherche à en donner la preuve en s'occupant successivement des trois règnes.

» Je ne parlerais pas du règne minéral, si Changeux n'avait pas décrit

une expérience qui est précisément celle que M. Pelouze communiqua à l'Académie quelques mois avant sa mort.

« Le verre en masse, dit Changeux (1), est indisoluble dans l'eau, c'est pourquoi on en fait des vases, etc; cependant il devient presque aussi dissoluble que le sel, lorsqu'on le réduit en poudre très-ténue. En effet, que l'on fasse bouillir cette poudre dans l'eau, et l'on sera étonné de l'énorme quantité qui sera fondue par cette simple opération. »

» Passons aux graines des plantes farineuses. Sont-elles réduites en *farine?* elles se changent très-promptement au moyen de l'eau en une GELÉE *alimentaire*, ce qu'elles ne feraient que difficilement si elles étaient restées à l'état de masse. Remarquons en passant l'expression de GELÉE *alimentaire*, comme l'expression de SUC *nourricier*, toutes les deux concernent des *apparences*, des *formes*, des *propriétés* de matières qu'on juge comme étant l'indice de la partie essentielle des aliments. Et voilà l'explication de l'opinion de ceux qui n'attribuent la propriété nutritive de la viande qu'à la gélatine qu'elle donne, et qui sérieusement soutiennent que les os sont plus nutritifs qu'elle parce que, à poids égal, ils renferment plus de gélatine.

» Changeux se demande si le lin et le chanvre, après avoir été linge, ne deviendraient pas par l'infusion et la trituration un vrai *parenchyme* qui, purifié, pourrait être aussi alimentaire que la *gelée* fournie par les *poudres des graines farineuses*; il ajoute que ses expériences lui ont prouvé qu'il n'est pas *de bois et de matière végétale* qui par la division ne puisse servir de nourriture à l'homme.

» Le raisonnement de Changeux appliqué aux produits d'origine animale, le conduit à la conséquence qu'il suffit de ramollir et de dissoudre les parties les plus dures des animaux, telles que les cornes, les ongles, l'ivoire, les plumes, les poils, les barbes de baleine, etc., pour en faire une matière alimentaire.

» Voilà comment l'auteur est conduit à reproduire l'idée de Papin relative à faire servir les os à l'alimentation; mais le procédé qu'il propose pour atteindre ce but n'exige plus de digesteur, il suffit de diviser les os le plus possible, soit au moyen d'un pilon, soit au moyen d'un moulin, et d'en soumettre la poudre à une heure d'ébullition dans l'eau. Le produit est une gelée, dit Changeux, aussi savoureuse, aussi restaurante que la gelée de viande.

» *Quelques cuillerées de poudre d'os de bœuf, de veau, etc., fourniront une*

---

(1) *Journal de Physique*, t. VI, p. 40 (1775).

quantité énorme de gelée qu'on assaisonnera avec du sel et, si l'on veut, quelques aromates.

» N'insistons point sur la confusion, dans l'esprit de l'auteur, des propriétés chimiques de l'affinité et de la dissolution chimique d'une part, avec la division purement mécanique de la matière d'une autre part. Cette confusion était naturelle dans l'esprit d'un homme qui n'était pas chimiste. Quoi qu'il en soit, il n'est pas sans intérêt de rappeler ce que j'ai dit à propos de la découverte de la Montgolfière : des *idées inexactes peuvent conduire à des découvertes*, et dans le travail de Changeux que je rappelle, n'oublions pas l'altération profonde du verre en poudre par l'eau bouillante et l'importance de son expérience de la division mécanique des os pour en obtenir la gelée. Nous allons voir la haute estime que l'illustre Proust attachait à cette découverte.

§ V.

» Nous sommes arrivés à l'année 1791, époque à laquelle un opuscule intitulé : *Recherches sur les moyens d'améliorer la subsistance du sotdat*, parut à Madrid où l'auteur, Proust d'Angers, professait la chimie, après avoir quitté la chaire qu'il avait occupée à l'École d'Artillerie de Ségovie.

» Dire ici que le génie de Proust a été méconnu serait manquer étrangement à la vérité; car en 1816 l'Académie l'appelait dans son sein à la presque unanimité des suffrages, et pourtant il était absent de Paris et ne quitta point l'Anjou, où il mourut en 1826. Quoi qu'il en soit, hors de cette enceinte ses travaux ont-ils toujours été cités quand ils auraient du l'être? je ne le pense pas, comme on le verra; aussi ne manquerai-je pas l'occasion de rappeler la grande part qu'il a dans l'histoire de la gélatine en insistant sur le mérite scientifique de l'opuscule dont je viens de reproduire le titre.

» Proust reconnaît, avec ses prédécesseurs et ses contemporains, en commençant son écrit, que la substance de la gelée existe dans la viande et dans les os, et qu'extrêmement attendrie dans la première, elle est bien mieux disposée à être dissoute par l'eau, que ne l'est la substance de la gelée des seconds qui se trouve en proportion plus forte, mais endurcie, sèche et comprimée dans des cellules des os. Le digesteur fut imaginé pour l'en extraire, mais les inconvénients de l'appareil ont empêché que l'usage s'en étendît.

» Proust, mettant à profit l'observation de Changeux, relative à la préparation de la gelée, en a fait sentir l'importance en comparant la quantité de gelée obtenue des os réduits en quelques morceaux seulement, comme

on le fait généralement dans les cuisines, avec la quantité de gelée obtenue des mêmes os après qu'on les a eu réduits en poudre.

» Avant d'aller plus loin, disons la cause de l'exactitude des expériences de Proust. Sachant qu'elles ne peuvent être précises sans l'usage de la balance, et que si elles sont comparatives, les conséquences n'en sont acceptables qu'à la condition du contrôle auquel on soumet les produits amenés à un état identique, il reconnut en principe la nécessité d'amener à un état constant de siccité les gelées qu'il voulait comparer relativement à leurs poids respectifs, sachant que les *gelées* renferment des quantités trop variables d'eau pour donner des résultats certains. Proust appelle *pastilles de bouillon* ou simplement *pastilles*, les gelées amenées ainsi au même degré de siccité; et, grâce à cette manière de procéder, l'auteur des *Recherches des moyens d'améliorer la subsistance du soldat* est arrivé à des conclusions qu'aucun travail postérieur à son opuscule de 1791 n'a pu contredire, comme je vais le démontrer sans peine.

A. *Tous les os ne donnent pas la même quantité de gelée.*

» En indiquant les quantités de pastilles obtenues des os, il a grand soin de distinguer ceux-ci, afin d'éviter les mécomptes résultant d'une moyenne prise sur des quantités dont les extrêmes seraient fort différents.

» En outre, il distingue, pour chaque sorte d'os, deux cas très-différents : le premier est celui où les os ont été simplement cassés en quelques morceaux, comme on le fait dans les cuisines habituellement; et le deuxième concerne les os mêmes qui déjà ont subi l'ébullition du *pot-au-feu*, que l'on soumet à une nouvelle cuisson, après les avoir pulvérisés conformément à la prescription de Changeux.

» Pour 1000 parties :

Les *os de jambes de bœuf*, séparés de la moelle et de leurs extrémités, ont donné..............................	53,08	de pastilles.
Les *os des articulations* des cuisses et des jambes.	98,25	»
Les *os des hanches* ont donné....	175,37	»

» Voici maintenant les résultats obtenus des mêmes os simplement cassés, ensuite réduits en poudre :

1280 gros.	1er *cas.* gros	2e *cas.* gros	
Os de jambe.........	2,25.............	71,83	:: 1 : 31,9
» des articulations....	6,50.............	120,00	:: 1 : 18,4
» de hanche.........	18,50........... .	208,00	:: 1 : 11,2
» de côte et vertèbres..	?............	178,00	
» de mouton.........	?............	154,00	
» de cochon..........	?............	155,00	

B. *Toutes les gelées d'os ne sont pas de la même qualité.*

» Toutes les gelées ne sont pas identiques : celle des côtes est préférable à celle des os de hanche. La gelée des os de mouton a l'odeur de la viande de l'animal.

C. *Préparations diverses de gelée d'os.*

» 1° *Bouillon.* — Si quelque chose justifie la règle suivie par Proust d'exprimer les quantités de gelée à l'état de pastille, c'est l'observation suivante appliquée à la préparation de bouillon d'os susceptibles de se prendre en gelée à diverses températures.

1 *partie de pastille* et 31 parties d'eau donnent un bouillon, qui se prend en gelée aux températures de zéro à 5 degrés.
» et 24 parties d'eau donnent un bouillon qui se prend en gelée aux températures de 6 à 9 degrés.
» et 18 à 20 parties d'eau donnent un bouillon qui se prend en gelée aux températures de 10 à 14 degrés.

» 2° *Blanc manger.* — On prend de 14 à 15 onces de gelée; on y ajoute 1^{onc},5 de sucre, et du sel.

» On tire avec elle le lait de 12 amandes douces et de 4 amandes amères, que l'on aromatise avec un peu d'écorce d'orange.

» 3° *Soupe.* — La gelée fait une soupe excellente avec des pois chiches, des choux, des navets et des carottes. C'est une sorte de julienne.

D. *Bouillon de viande.*

» Proust admet qu'il faut 3 ou 4 livres de viande pour obtenir 1 livre de gelée, tandis que les os en donnent bien davantage, comme on a pu le voir quand on les traite convenablement; et il admet que 1 livre de gelée représente à peu près une demi-once de pastille; en d'autres termes :

» De 128 à 96 parties de viande donnent 32 parties de gelée représentant 1 partie de pastille;

» 10 livres de viande désossée, c'est-à-dire 1280 gros ont donné 40 gros de *pastille* difficile à sécher. 8 gros ou 1 once de pastille ont donné un bouillon comparable à celui d'os, en ajoutant 20, 24, 31 onces d'eau selon la température.

» Nous verrons dans un autre Mémoire de Proust qu'en prescrivant d'ajouter à la ration du soldat la gelée que représentent 12 onces d'os pulvérisés, avec lard et légumes, il comprend dans cette ration la viande que le soldat reçoit. En définitive, sa décoction ou son bouillon d'os s'ajoute à du bouillon de viande.

» Enfin Proust a encore le mérite d'avoir attiré l'attention sur l'avantage qu'il y a de retirer la graisse contenue dans les os. Si les os les plus denses n'en contiennent guère que 0,05 au plus, il en est qui en donnent 0,125 et même 0,25. L'extraction en est fort simple, il suffit de jeter dans l'eau bouillante les os réduits en gros fragments et non en poudre; car dans ce dernier état il se fait un mélange tellement intime que l'eau ne peut en séparer la graisse. J'ai mentionné une action analogue de la magnésie calcinée sur la graisse de porc (1).

» Je passe beaucoup de détails intéressants; mais ceux que je viens d'exposer m'ont paru indispensables pour montrer la supériorité avec laquelle Proust a traité ce sujet. Si le lecteur est curieux de recourir à l'original, il verra quelques réflexions heureusement exprimées sur la coutume du boucher de faire payer les os autant que la viande.

§ VI.

» Il me reste, pour compléter ce que je me suis proposé de dire du travail de Proust sur la gelée des os, d'ajouter quelques mots relatifs à un opuscule de Cadet de Vaux qui parut, je crois, en 1803, et qui fut, de la part de Proust, l'objet d'une critique pleine d'esprit. Mais pour que l'on comprenne bien tout ce qui va se rattacher à l'histoire du bouillon d'os dans la première moitié de ce siècle, je dois parler de l'influence que quelques personnes dites *philanthropes* ont exercée sur l'usage du bouillon d'os dans les hôpitaux et les hospices, en voulant le substituer à celui du bouillon de viande; car sans la connaissance de cette influence, il est impossible de comprendre des faits relatifs aux deux Commissions dites *de la gélatine* que je veux faire connaître.

» 1803. *Cadet de Vaux,* auteur d'une brochure *sur la gélatine des os et son bouillon*.

» Cet écrit, postérieur de douze ans au moins à l'opuscule de Proust, et de deux ou trois ans à l'extrait de cet opuscule, inséré en 1801 au LIII[e] volume du *Journal de Physique,* demande quelques réflexions préalables relatives à l'état de la société parisienne de la fin du XVIII[e] siècle et du commencement de celui-ci, si l'historien veut donner une idée juste des travaux sur la gélatine. La vérité l'exige de ma part, dans l'impossibilité où je me trouve de ne pas donner pleine raison à Proust, lorsqu'il réclame devant le public, avec autant de vivacité que d'esprit, le droit de

---

(1) *Recherches chimiques sur les corps gras d'origine organique*, p. 360; 1823.

priorité sur Cadet de Vaux; mais je ne voudrais pas que la condamnation, quelle qu'en soit la sévérité, donnât à penser que le juge a méconnu ce qu'il y avait d'honorable dans un *philanthrope;* des relations assez intimes, remontant à l'année 1818, ne me permettent pas le moindre doute sur le désintéressement de sa conduite; et homme du monde aimable et agréable, il m'a toujours paru avoir passé sa vie dans la meilleure société de Paris.

» A partir de l'avènement de Louis XVI au trône, on compte bien peu d'écrits de quelque renom où se trouvent des mots plus répétés que *sensibilité* et *sensible.* Romances, pièces de théâtre, discours académiques, plaidoyers, écrits politiques, partout on les lit, partout on les relit. Les mots *philanthropie* et *philanthrope* sont de la même époque; ils ont commencé à être fréquemment employés dans les discussions élevées entre les écrivains dits *économistes* et leurs adversaires; et tout le monde sait le prix que le marquis de Mirabeau attachait au titre de l'*ami des hommes!* Si le mot *sensible* fut peut-être trop fréquemment employé et le mot *philanthrope* un peu trop prodigué, je demanderai s'il n'y a pas quelque inconvénient à ce que des mots relatifs à des qualités morales, dont l'excellence est incontestable, reviennent continuellement dans la conversation et dans les écrits quotidiens?

» La vérité est qu'un *philanthrope,* à la fin du XVIIIe siècle et au commencement du nôtre, était quelque chose. Et qui pourrait en douter lorsqu'on a vu comme nous, en 1810, l'indignation de tant d'honnêtes gens après la représentation des *Deux Gendres!* ils ne pardonnaient pas à Étienne, l'auteur de cette comédie, d'avoir fait de Dervière, un des gendres, un *philanthrope,* duquel on dit dans la pièce : « Il s'est fait bienfaisant pour être » quelque chose », et il faut dire que les sentiments de Dervière à l'égard de son beau-père Dupré ne sont nullement *philanthropiques.*

» Ces souvenirs fidèles d'un temps passé montrent donc qu'un *philanthrope* comptait alors pour quelque chose. Or Cadet de Vaux en était un, et, à sa louange, je me plais à dire qu'il l'était de cœur. Que si on lui reproche d'avoir été bien avec tous les pouvoirs qui ont tour à tour gouverné la France, si l'on peut trouver un peu trop de zèle dans une lettre où il exprimait toute son indignation sur l'attentat de nivôse à la vie du premier consul rue Saint-Nicaise, hâtons-nous de faire remarquer que le *philanthrope* ne demanda jamais rien pour lui, et que, s'il s'approchait du pouvoir, l'intérêt seul de l'œuvre philanthropique, qui était sa vie même, le guidait. Honneur donc à des intentions dont le but unique était l'intérêt public!

» Cet hommage mérité rendu à la mémoire de Cadet de Vaux me donne

pleine liberté de le juger maintenant dans sa conduite à l'égard de l'auteur des *Recherches des moyens d'améliorer la subsistance du soldat*.

» Cadet de Vaux reconnaît avoir su que Proust a travaillé sur les os; mais il s'est dispensé de lire ses recherches craignant, allègue-t-il, que les *idées d'autrui* enchaînent, paralysent sa pensée; il traite des os et de leur gélatine comme si personne avant lui n'en avait parlé, sauf Papin, inventeur d'une machine, d'un appareil qu'il a qualifié, en 1818, de *volcan hydraulique*, et qu'il a toujours considéré comme impropre à l'extraction économique de la gélatine des os. Et si, après avoir réalisé ses idées, il a pris connaissance des *Recherches des moyens d'améliorer la subsistance du soldat*, c'est pour dire que si leur auteur a donné au public des *pastilles*, Cadet lui a donné le vrai *bouillon d'os*, allégation sur laquelle je reviendrai bientôt.

» La brochure publiée par Cadet, en 1803, est écrite facilement et avec bonhomie; loin de se glorifier de la découverte d'un moyen de rendre les os utiles à l'alimentation publique, absolument désintéressé dans la question de l'invention, il aime à en rapporter l'honneur à qui de droit, c'est-à-dire au CHIEN.

» En effet, que fait l'animal pour se nourrir de l'os?

» Il le brise avec ses dents, l'humecte et le divise.

» Quel mérite revient à Cadet dans l'invention du bouillon d'os?

» Il n'est pas autre que d'avoir observé ce fait et de s'être dit ensuite : *brisons, humectons et divisons les os.*

» Cependant, avant d'aller plus loin, Cadet s'est demandé : les os sont-ils nutritifs?

» Et en cela, fidèle à la *méthode* A POSTERIORI *expérimentale,* il a fait une expérience, et l'a faite comparative, et l'expérience a été affirmative; car, ayant fait préparer de la soupe pour ses chiens de basse-cour, il a renversé à côté une corbeille d'os, et les chiens de Cadet ont préféré les os à la soupe, et Cadet a conclu, en 1803, que les os nourrissent les chiens!

» Fort de cette expérience, Cadet s'est dit : *Les os sont nutritifs*. Il revient à Paris avec la conviction que le succès de l'extraction de la gélatine tenait à la division des os, et qu'il ne s'agissait que de *substituer à la dent de l'animal le* PILON.

» Voilà en quels termes Cadet raconte la découverte du *bouillon d'os!* et après avoir reconnu le mérite du chien *qui brise, humecte et divise les os,* il dit qu'il a *tranché le nœud gordien,* et *que l'idée de la pulvérisation des os est celle de l'œuf de Christophe Colomb!!*

» De Changeux et de Proust, pas un mot.

» Dans cet état de choses, Proust a-t-il tort de dire à Cadet :

« Ne vous attribuez pas le mérite de la *pulvérisation des os*. Si, pour » l'opérer, il a fallu l'esprit de Christophe Colomb, comme vous l'avancez, » c'est à *Changeux* qu'en revient le mérite, ainsi que je l'ai reconnu dans » mon opuscule de 1791? »

» Si Cadet de Vaux ne lut l'écrit de Proust qu'après avoir réalisé sa *découverte*, il ne fut ni juste ni habile en prétendant faire croire au public que Proust n'avait *fait que des* PASTILLES, *tandis qu'il avait fait le* VRAI BOUILLON D'OS.

» Proust, dans son travail, avait satisfait à la science et à l'économie :

» A la *science*, en ramenant, comme nous l'avons vu, toutes les gelées à un degré constant de siccité, seul moyen d'atteindre le but d'expériences comparatives;

» A l'*économie*, en donnant des *pastilles* au soldat, au marin, aux voyageurs explorant des contrées non habitées ou sauvages, et enfin en donnant un bouillon immédiatement aux cuisines, aux hôpitaux et aux hospices.

» Les conclusions de Proust sont trop instructives pour l'histoire, à l'égard des amis de la vérité et des jugements de l'histoire, pour que je n'en reproduise pas les principales. Je cite textuellement.

« M. Cadet n'est en date que le quatrième ou le cinquième qui ait *conçu l'idée d'améliorer la subsistance du soldat* au moyen de la pulvérisation des os.....

» Quant à l'*excellence*, aux innombrables avantages, à la haute préférence que M. Cadet donne aux bouillons d'os sur ceux de viande, ces *jus noirs, salés, âcres, qui échauffent la bouche, qui altèrent et qui sont, sous tous les rapports dialectiques, si inférieurs aux premiers*, on les tiendra avec raison pour de pures exagérations que M. Cadet n'aurait jamais dû se permettre. De pareilles hyperboles et *piperies* peuvent figurer dans le langage du charlatanisme, mais elles ne peuvent que déparer celui des sciences exactes. Le bouillon d'os a, comme aliment, son prix sans doute, mais c'est pour l'indigence seulement, c'est pour le malheureux à qui le premier des biens est de satisfaire sa faim; pour l'homme aisé et même pour l'artisan qui peut mettre une livre de viande dans son pot, le bouillon d'os ne sera jamais au bouillon de viande que ce qu'est un poumon de vache cuit et salé à un bon aloyau bien rôti; et lorsque M. Cadet vient nous dire que rien n'est plus intéressant que l'étonnement de ses convives qui, la soupière enlevée, *voient paraître, en place de la pièce de bœuf qu'ils attendent, un bol contenant quelques onces d'os pulvérisés*, nous pensons que leur étonnement n'est pas moins fondé que le nôtre, quand nous le voyons sérieusement nous entretenir de pareils contes.

» ..... Je prierai en conséquence M. Cadet de vouloir bien continuer de recevoir, au nom des inventeurs de l'*amélioration de la subsistance* du pauvre, les félicitations des sociétés savantes, des généraux, des préfets, des princes d'Allemagne, etc., et même d'y répondre obligeamment, comme par le passé; mais aussi de mettre sur la liasse de cette

correspondance : *affaires qui me sont étrangères*, sinon la postérité, qui sait tout mettre à sa place, saura bien aussi redresser les torts. »

§ VII.

» Je mentionne pour Mémoire un travail de D'Arcet le père, qui fut inséré dans la *Décade philosophique*, en 1794.

§ VIII.

» Cadet de Vaux ne répondit pas à Proust; mais en 1818 parut une brochure de 112 pages intitulée : *De la gélatine des os et de son bouillon, dédiée à son A. R. Monseigneur le Duc de Berri.*

» Le nom de Proust, pas plus que celui de Changeux n'y sont cités; et Cadet, saus oublier sa reconnaissance pour le chien, se considère plus que jamais comme l'inventeur du *bouillon d'os*, et il dit :

« C'est en France que le bouillon d'os a pris naissance, il a du éprouver le sort de toutes les découvertes qui y naissent. Que *n'ai-je publié mon Traité de la gélatine comme une traduction de l'anglais!*

» La gélatine est l'aliment par excellence; oui, dit-il. La *gélatine des os* est aux substances alimentaires animales, ce qu'est l'*or* aux autres métaux (1).

» Le *bouillon de viande* n'est point même, à rigoureusement parler, le *bouillon de la santé*, s'il n'est associé à d'autres éléments; il n'est pas, à coup sûr. le *bouillon de la maladie*, puisque souvent il l'*aggrave;* comment, d'après cela, pourrait-il être celui de la *convalescence?* Dès lors nous avons été autorisés (*sic*) à avancer qu'il ne *soutenait pas la comparaison avec celui d'os, qui convient indistinctement à la santé, à l'enfance, à la vieillesse, aux constitutions faibles*, enfin *aux estomacs délicats, comme étant la* GÉLATINE PURE, et *que la digestion assimile sans effort à l'économie animale qui est* TOUTE GÉLATINE. Il n'y a qu'une vieille sevreuse d'enfant qui puisse ne pas partager cette opinion; ainsi que la nourrice à laquelle on paye par mois tant de pots-au-feu qu'elle met ou ne met pas (2). »

» Enfin citons textuellement l'observation que voici :

« Les disettes se distinguent en réelles et factices; or, en tout temps et en tout lieu, il y a disette réelle de viande pour les classes populeuses, et auxquelles nous apportons ce secours nouveau; mais si le *quintal des os représente par la quantité de gélatine qu'il contient* celle que donnent *six cents livres de viande*, et que moitié des os de la viande consommée dans une ville suffise à nourrir ces classes, la disette de la viande n'est plus réelle, elle n'est que factice; *puisque la viande, quand elle est épuisée de son suc, n'est plus rien que du lest;* car c'est cette *gélatine dissoute dans un bouillon de viande ou d'os qui seule constitue l'aliment;* et la substance osseuse, avons-nous dit, donne six fois plus de gélatine que la viande (3). »

» Les citations que je viens de faire, toutes textuelles, pourraient être

---

(1) Page 20.

(2) Pages 49 et 50.

(3) Pages 92 et 93.

considérées comme des *propositions* scientifiques, tant la manière dont Cadet les a formulées est absolue! En laissant de côté la question de savoir si la gélatine jouit de la propriété nutritive, sur laquelle je reviendrai (dans la deuxième partie), les propositions relatives à l'excellence du bouillon d'os et à la préférence qu'on doit lui accorder relativement au bouillon de viande sont le contraire de mon opinion. Il en est de même de la supériorité du premier sur le second expliquée par son *homogénéité*, c'est-à-dire sur ce que la gélatine possède les propriétés que j'attribue à une *espèce chimique*, et qui, par la même raison, s'assimile sans effort à l'*économie animale qui est* TOUTE GÉLATINE. Il en est encore de même de cette proposition : *les viandes ne sont nutritives que par leur gélatine, le reste (c'est-à-dire la partie fibreuse et l'albumine cuite) ne font rien à l'alimentation, elles ne sont que du lest.* Si vous ajoutez à cela que Cadet proscrit le *bouilli* et recommande le *rôti*, et qu'il est démontré aujourd'hui, pour tous les chimistes, que le tissu qui donne la gelée n'est pas à l'état de gélatine dans le *rôti*, on aura une idée juste de la science de Cadet de Vaux en chimie organique.

» Voilà ce que j'avais à dire de la brochure de Cadet de 1818, relativement à la partie scientifique.

» Justifions maintenant la manière dont j'ai parlé de l'influence fâcheuse que peut avoir une réunion de personnes dont la plupart sont *étrangères à la connaissance d'éléments scientifiques constituant essentiellement certains sujets dont elles s'occupent* comme ensemble, comme association, comme société, où sont même en majorité les hommes les plus recommandables, les plus sincèrement dévoués au bonheur de l'humanité, parce qu'ils veulent employer tous les moyens dont ils disposent en faveur de leurs semblables; ces hommes, *véritables philanthropes*, ont toutes mes sympathies : mais quels sont les inconvénients cependant qu'une telle association peut avoir? les voici.

» Ils viendront d'hommes se disant *philanthropes* et dont les uns le sont en réalité, tandis que les autres affectant de l'être n'obéissent qu'à leur seul intérêt. Eh bien, si ces deux groupes de personnes sont considérés par la société comme des membres actifs auxquels elle accorde l'autorité d'effectuer cestains actes ressortissant de la science, il y aura inconvénient, danger même.

» Afin de faire comprendre ma pensée et de prévenir toute équivoque, je distinguerai trois groupes de personnes, en citant des noms.

» A la tête du premier, je place un duc de La Rochefoucauld-Liancourt et je m'incline devant sa mémoire. Je lui associe un nom plus modeste sans doute, mais qui n'en fut pas moins porté par un homme de bien, M. De-

leuze, dont la nièce a épousé un de mes honorables confrères de la Société d'Agriculture, M. Amédée Durand.

» Je mets M. Cadet de Vaux dans le second groupe, comme homme désintéressé, mais incapable de *diriger,* au point de vue de la science, une association philanthropique occupée de l'alimentation publique.

» Ne pouvant citer aucun personnage réel pour le troisième groupe, comprenant l'*ambitieux*, l'*intrigant*, le *charlatan*, l'*intéressé,* je reviens à la comédie des *Deux Gendres*, et je nomme *Dervière*, riche capitaliste. Il s'est fait bienfaisant pour être quelque chose, avons-nous dit avec le poëte (1).

(1) Le dialogue suivant entre le beau-père Dupré et son fidèle domestique Comtois, meilleur juge de Dervière que son beau-père, qui cependant a tant à s'en plaindre, fait connaître parfaitement un des philanthropes de notre troisième groupe.

DUPRÉ.

Tu méconnais, Comtois, ses bonnes qualités :
Lui, c'est un philanthrope; il est des comités
De secours, d'indigence; il régit les hospices,
La maison des vieillards, le bureau des nourrices :
Pour les pauvres toujours il compose, il écrit.

COMTOIS.

. . . .

DUPRÉ.

Dans les journaux encore on le vante aujourd'hui.

COMTOIS.

Les articles tout faits sont envoyés par lui.
Il a poussé si loin l'ardeur philanthropique
Qu'il nourrit tous ses gens de soupe économique.

DUPRÉ.

. . . .

COMTOIS.

Pour les temps de disette
Il vient d'imaginer un projet de diette.
Le régime est léger : pourtant, si je le crois,
En jeûnant de la sorte on peut vivre six mois.

DUPRÉ.

L'idée est singulière et l'invention neuve.

COMTOIS.

Eh bien, c'est moi qu'il prend pour en faire l'épreuve.

DUPRÉ.

Se peut-il ?

COMTOIS.

Oui, monsieur, le charitable humain
Pour être bienfaisant me fait mourir de faim.
Ah! la philanthropie est souvent bien barbare !

» Un *philanthrope* à la fin du xviiie siècle et au commencement de celui-ci était quelque chose, ai-je dit; la preuve en est dans la brochure de Cadet de Vaux de 1818.

» Il s'est dit l'inventeur du bouillon d'os. Personne ne l'a contredit. On l'a cru sur parole. Et c'est bien comme *philanthrope* qu'il a entretenu *Sa Sainteté*, et qu'il a su d'Elle « qu'à Rome le PAPE avait onze de ces éta-
» blissements (de bouillon d'os); c'est de la bouche du SAINT-PÈRE que j'ai
» recueilli ces détails, et *de sa main* que *j'ai été* BÉNI *à titre d'ami de l'hu-*
» *manité* (1). »

» Les pages de 35 à 44 sont consacrées à un *Rapport sur l'institution du bouillon d'os, par le maire du premier arrondissement, présenté au Roi* (Louis XVIII) *par délibération du bureau de charité.* (Extrait du *Moniteur.*)

» Lorsqu'on présenta ce Rapport au roi Louis XVIII, Cadet de Vaux était présent, et le Rapport dit :

« ... Et M. Cadet de Vaux a obtenu la plus douce récompense que puisse désirer un *ami de l'humanité* dans les témoignages de bienveillance dont le Roi, S. A. R. Madame, et les Princes ont daigné l'honorer. Sa Majesté, en recevant le Rapport, a dit à M. Cadet de Vaux avec cette bonté qui ajoute tant de prix aux paroles du Roi : *Je jouis du succès de cette institution, et c'est à vous, monsieur, que l'humanité en sera redevable.* Ainsi le temps est revenu où les sciences utiles et les vues de bien public rendent facile l'accès du trône (2). »

» Ai-je eu tort de dire qu'un *philanthrope* était quelque chose? En voilà une preuve. Cadet de Vaux n'a pas fait une expérience qui n'eût été faite auparavant par Changeux et Proust; il est *béni* par le PAPE; Louis XVIII le remercie comme un *bienfaiteur de l'humanité;* et le nom du véritable inventeur du bouillon d'os, *Proust,* Membre de l'Académie des Sciences de l'Institut de France, n'est pas prononcé! et dans un Rapport officiel inséré au *Moniteur* on dit : *Ainsi le temps est revenu où les sciences utiles et les vues de bien public rendent facile l'accès du trône!*

» Certes si Cadet de Vaux a eu un mérite, c'est de n'avoir pas tiré parti de la position où la philanthropie l'avait élevé pour fonder une dynastie bourgeoise.

» Il ne me reste plus pour terminer la première partie de ce résumé historique qu'à parler des travaux de D'Arcet.

» Je ne prétends pas assurer qu'il partageât les opinions énoncées avec une conviction aussi parfaite que naïve par Cadet de Vaux; qu'il crût avec lui à la nécessité pour la santé publique de proscrire à toujours l'usage du

(1) Page 24 de la brochure.

(2) Pages 42 et 43 de la brochure.

bouillon de viande afin d'assurer l'usage du bouillon d'os, et qu'il considérât la gélatine de la viande comme le seul principe nutritif qu'elle contînt, la fibrine et l'albumine ne donnant que du lest au tube intestinal; mais il est certain que les faits suivants montrent qu'un accord parfait existait entre D'Arcet et Cadet de Vaux.

» D'abord, Cadet de Vaux dit :

« M'abandonnant aux sentiments d'estime et d'attachement que m'inspire la personne de M. D'Arcet, mais surtout à celui de ma propre conviction, j'ai dû faire les honneurs de cette gélatine, préalablement extraite de la substance osseuse (par l'acide chlorhydrique); aussi me suis-je réuni à ce savant, du moment où il m'eut mis dans sa confidence, pour provoquer la concurrence de cette gélatine avec le bouillon d'os, et je me suis associé à ses expériences avec le désir de leur succès (1). »

» Passons ensuite à D'Arcet. Dans un Mémoire inséré au Recueil dont M. de Moléon était l'éditeur (2), Cadet est uniquement cité pour des observations et des expériences qui appartiennent évidemment à Proust; et cependant D'Arcet cite le *nom de l'auteur des Recherches sur les moyens d'améliorer la subsistance du soldat*. Par exemple, lorsque Proust, insistant sur la quantité de gélatine enlevée par le pot-au-feu aux os cassés en gros morceaux et celle que ces mêmes os réduits en poudre cèdent à l'eau bouillante, évidemment la fraction de $\frac{1}{32}$ a été prise à Proust. Mais, ce qu'on n'a pas dit, ce résultat ne concerne que l'os de la jambe privé de ses extrémités, et diffère du résultat obtenu d'os différents soumis à la même épreuve.

» D'Arcet se contente de donner la quantité moyenne de gélatine, de graisse et de matière inorganique des os :

Gélatine	30
Graisse	10
Matière inorganique	60

résultat bien différent des résultats précis de divers os obtenus par Proust.

» Le fait principal des travaux de D'Arcet sur la gélatine est de l'avoir séparée des os au moyen de la vapeur d'eau produite sous une pression un peu plus forte que celle de l'atmosphère, parce qu'à une température plus élevée elle est disposée à se réduire en ammoniaque, dit-il.

» D'Arcet reconnaît que l'idée de son appareil est analogue à celle d'un

(1) Brochure de Cadet de 1818, page 89.

(2) Page 5.

appareil employé en pharmacie et mentionné dans l'édition de la *Pharmacie* de Baumé de 1790.

» Indubitablement, l'extraction de la gélatine opérée à la vapeur avec un seul foyer agissant sur des os non pulvérisés est plus économique que l'ancien procédé.

» Enfin D'Arcet, a conseillé de préparer la gélatine pour l'office, et la colle forte pour les arts, en cuisant le parenchyme des os préalablement passés à l'acide chlorhydrique. Certes, je suis loin d'élever la moindre discussion à ce sujet; mais n'eût-il pas été convenable de rappeler que la séparation de la matière terreuse des os par les acides appartient à Hérissant? Seulement, il employait l'acide azotique étendu de quatre parties d'eau, tandis que D'Arcet, avec raison, a substitué à cet acide le chlorhydrique.

» Voilà, je crois, un résumé fidèle des travaux dont la gélatine a été l'objet. Ces faits sont coordonnés selon l'ordre chronologique, et j'espère qu'on ne me reprochera pas d'avoir fait pencher la balance du côté où j'ai vu la justice.

» Il me restera à dire dans la seconde partie les faits relatifs aux travaux des deux Commissions de gélatine, et c'est dans cette partie que je répondrai d'une manière *catégorique* à M. Fremy. »

ASTRONOMIE. — *Sur l'art de pointer et ses conditions physiologiques; par* **M. Faye.**

« On sait que les astronomes se servaient autrefois d'une alidade, c'est-à-dire d'une ligne de mire à deux crans pour déterminer la position des astres, jusqu'au moment où l'académicien Picard imagina de remplacer l'alidade par une lunette munie d'un seul cran de mire. Ce fut une véritable révolution dans l'art d'observer : de cette époque seulement datent les mesures de précision; tout ce que les anciens astronomes avaient fait est désormais hors d'usage, sauf dans des cas extrêmement particuliers. On peut définir ainsi le progrès obtenu : autrefois, avec l'alidade, il fallait beaucoup d'exercice, d'habitude et de dispositions innées pour déterminer une direction à une minute près. Aujourd'hui, du premier coup, le premier venu pointe sur une étoile à $\frac{1}{4}$ de seconde près. La précision est devenue immédiatement deux ou trois cents fois plus grande : l'erreur du pointé n'atteint pas 1 millimètre à 1 kilomètre de distance dans les circonstances favorables.

» Une telle supériorité, un progrès si subit et si marqué n'a rien d'étonnant. L'alidade est un instrument vicieux. Il se compose de deux crans de mire dont un seul peut être placé à la distance de la vision distincte. Dans le pointé, il faut diriger l'axe de l'œil sur ces deux crans et amener l'alidade peu à peu dans la direction d'un troisième point placé à l'infini. Il y a là une opération très-complexe et de plus une impossibilité, celle de voir nettement à la fois les trois points considérés.

» Avec une lunette, au contraire, il n'y a plus que deux points à regarder, et ces deux points sont amenés à la même distance de l'œil, celle de la vision distincte. Ce mode est rationnel et n'exige d'attention et d'exercice que si l'on veut atteindre les dernières limites de l'exactitude. L'autre est tout bonnement irrationnel, et pour en tirer quelque parti, il faut une assez longue éducation de l'œil et de la volonté; il faut surtout une aptitude innée.

» Appliquons ces réflexions aux armes de tir où le système vicieux de l'alidade s'est conservé. Il en résulte qu'avec un appareil optique on ferait aisément passer le plan de tir par un but bien visible, quelle que soit sa distance, tandis qu'avec les crans de mire il y a là une incertitude qui se trahit par des écarts considérables et un grand nombre de coups manqués. Il faut s'exercer longtemps pour restreindre quelque peu cette incertitude; il faut surtout posséder des dispositions naturelles, c'est-à-dire une certaine conformation cérébrale qui est fort rare. C'est pourquoi l'on a proposé depuis longtemps de remplacer le vieux système de l'alidade par un simple appareil optique qui ferait disparaître les incertitudes inévitables d'un pointé vicieux et qui transformerait tout servant en un excellent pointeur. Cette modification est devenue encore plus impérieuse depuis qu'on a donné tant de précision aux armes de tir et que l'on s'est habitué à s'en servir à des distances énormes. C'est là sans doute ce qui aura engagé tout dernièrement un de nos physiciens les plus connus de l'Académie, M. Le Roux, à appliquer aux canons qu'il a lui-même installés dans un de nos forts un ingénieux système optique de son invention. Mais il se passera bien du temps avant qu'on s'occupe sérieusement de ce progrès, et il ne faut pas s'en étonner : les astronomes eux-mêmes, pour qui un pareil changement était chose bien facile, ont résisté plus de cinquante ans, et n'ont adopté qu'à leur corps défendant la simple et admirable invention à laquelle Morin, Gascoigne, Picard et Auzout ont attaché leur nom.

» Mais le point sur lequel je désire appeler l'attention de l'Académie n'est pas la substitution d'un simple objectif à l'alidade des pièces de tir,

mais une question de physiologie qui se trouve impliquée dans l'emploi des deux crans de mire. De tous nos sens, l'œil est le plus difficilement éducable : c'est celui qui exige l'attention la plus soutenue et l'exercice le plus fréquent. Tout ce qui tient à l'oreille, au contraire, va pour ainsi dire de soi, témoin la facilité et l'exactitude avec laquelle tout le monde se plie aux mouvements rhythmés. Aussi l'éducation de l'oreille peut-elle se faire collectivement sur un grand nombre d'individus, tandis que l'éducation de l'œil est une œuvre tout individuelle.

» On parviendrait cependant à obtenir dans cette direction quelques résultats, si l'on appliquait aux opérations de l'œil, dans les exercices collectifs, l'admirable décomposition analytique que les procédés d'éducation militaire ont réalisée pour les opérations de nos autres membres. Alors en faisant exécuter successivement ces mouvements élémentaires, bien qu'ils ne se traduisent extérieurement que par des gestes imperceptibles, et en insistant sur chacun d'eux suivant son degré d'importance, on parviendrait à faire contracter à notre système nerveux et aux six muscles de l'œil l'habitude et par suite l'habileté et la sûreté désirables. Mais la décomposition des mouvements élémentaires est ici de toute nécessité; si plusieurs d'entre eux restent confondus, l'habitude ne viendra pas; elle sera remplacée par une sorte d'instinct fort imparfait et très-variable d'un individu à l'autre, souvent même par le manque absolu de toute opération, en sorte que le résultat final, pour beaucoup, sera entièrement livré au hasard.

» Quelles sont donc les opérations élémentaires que l'analyse nous montre dans le pointé par alidade ou crans de mire? 1° Amener rapidement et de sentiment l'alidade dans la direction de l'objet grossièrement appréciée par la vue simple; 2° diriger l'axe optique de l'œil sur les deux crans de mire, de manière à les saisir simultanément; 3° amener cet axe et par suite l'alidade sur l'objet par un petit mouvement bien soumis à l'attention.

» Dans l'exercice, la première opération est seule représentée; elle s'indique par le commandement : *En joue!* mais rien n'y représente les deux autres opérations élémentaires qui constituent essentiellement l'acte de pointer ou de viser. Il résulte de là que l'exercice n'ayant pas familiarisé le cerveau, la volonté et les muscles de l'œil et du bras avec l'acte de viser, l'erreur probable du tir, chez les jeunes soldats surtout qui n'ont pas eu l'occasion fréquente de s'exercer isolément, est extrêmement considérable et rend presque superflue la grande précision de leur arme. Pour remédier à ce grave défaut, il suffirait, si je ne me trompe, de faire figurer dans la

série des commandements les actes élémentaires du pointé, en lui assignant toujours un but, une ligne horizontale par exemple, proche ou éloignée. C'est, du reste, ce qu'on fait pour l'artillerie où existe le commandement : *Pointez!* qui précède celui de : *Feu!* Je suis convaincu, pour ma part, qu'une modification de ce genre dans les exercices imposés à nos jeunes soldats augmenterait immédiatement l'effet utile de nos armes à feu, qui a suivi beaucoup plus les progrès de la rapidité que ceux de leur précision bien reconnue. J'ose espérer que les personnes qui ont réfléchi aux conditions physiologiques de la précision, de l'habitude née de l'exercice, voudront bien accorder quelque attention à ces simples remarques. »

ÉCONOMIE DOMESTIQUE. — *Sur le procédé employé par les Indiens* têtes-plates *pour obtenir l'huile des os longs; par* **M. ROULIN.**

« Parmi les Communications faites à l'Académie depuis l'investissement de Paris, les plus nombreuses assurément se rapportent à deux sortes de questions qui à une certaine époque ont excité un très-vif intérêt, mais auxquelles les circonstances où nous nous trouvons aujourd'hui donnent un intérêt tout particulier. On voit qu'il s'agit de l'aéronautique et de l'ensemble des moyens employés pour tirer le meilleur parti possible des ressources alimentaires dont nous disposons. Relativement à ce dernier point, bien des gens n'ont pu manquer de remarquer qu'une société civilisée, par conséquent prévoyante, et qui ainsi devait être presque complétement exempte de la crainte d'une disette même temporaire, se trouve, par le fait, dans des conditions jusqu'à un certain point comparables à celles où sont normalement des populations sauvages qui, chaque année, souffrent d'une disette prolongée, et souvent si dure qu'elle ne leur permet qu'à grand'peine d'attendre la saison qui leur rendra l'abondance. On ne s'étonnera donc point si, de part et d'autre, on a eu recours pour passer des temps difficiles à des expédients semblables; c'est une réflexion que j'ai eu plus d'une fois l'occasion de faire depuis plusieurs semaines, et tout récemment encore à propos de la lecture faite par M. Payen sur divers produits alimentaires obtenus des os du cheval, tissus gélatineux, graisse, huile comestible. C'est aussi sur une huile bonne à manger, également extraite des os, que je demande à l'Académie la permission de l'entretenir un moment. Il va sans dire que pour cette fabrication, comme pour toutes celles qui ont pour but d'utiliser des portions habituellement dédaignées de végétaux ou d'animaux, le parallélisme entre deux classes d'hommes si

différentes ne peut porter que sur des produits qui s'obtiennent sans l'intervention des réactifs chimiques, sans l'emploi de vases en métal, sans machine un peu compliquée; celui dont je parle n'exige rien de pareil, pas même l'usage de vases de terre pour chauffer l'eau, que bien souvent on porte à l'état d'ébullition en projetant dans l'auge en bois qui la contient quelques cailloux rougis au feu (1), le reste de l'outillage consiste en une méchante lame avec laquelle on hache et réduit en petits fragments les os longs dont on a d'abord mangé la moelle, laquelle, lorsque ces os ont appartenu à un grand animal, est assez copieuse et assez nourrissante pour qu'un seul suffise au repas d'une personne. L'observation est empruntée à la relation d'un voyage digne de toute notre attention, puisqu'il est le premier qui se soit fait de l'un à l'autre Océan, préparant ainsi la grande entreprise tout récemment achevée de l'établissement du chemin de fer du Pacifique.

» MM. Lewis et Clarke avaient été chargés en 1804 par le Gouvernement des États-Unis d'explorer le haut Missouri ainsi que les pays situés au delà des sources de cette rivière, au delà même des montagnes Rocheuses et jusqu'à la mer du Sud. Cette exploration n'exigea pas moins de trois années; au moment dont je parle, vers la fin de l'année 1805, nos voyageurs se trouvaient près de l'embouchure de la rivière Columbia dont le territoire est occupé par plusieurs tribus indiennes qui, ayant à peu près les mêmes habitudes, sont souvent désignées sous le nom collectif de têtes-plates, quoique chacune ait son nom particulier. Le 2 décembre un de leurs chasseurs avait tué un cerf Wapiti (*Elk* des Anglo-Américains) et il fut apporté au camp le lendemain. « C'était, dit le narrateur, le premier *Elk* que nous eussions tué depuis que » nous avions franchi les montagnes Rocheuses, et condamnés comme nous » l'étions depuis longtemps à ne vivre que de poisson, ce fut pour nous une » nourriture reçue avec la plus grande satisfaction. Après qu'on eut mangé » la moelle des os des jambes, notre Indienne hacha menu ces os (évidem-

(1) Les Assiniboines ont reçu d'Indiens appartenant à une autre nationalité ce nom, qui signifie *bouilleurs de pierres*, et qui leur a été donné à raison d'une invention qui leur permet d'improviser, en quelque lieu qu'ils se trouvent, une marmite propre à faire cuire la chair du bison qu'ils viennent de percer de leurs flèches. Ils creusent dans la terre de la prairie un trou de capacité suffisante pour contenir la quantité de viande jugée nécessaire d'après le nombre des mangeurs; ils tapissent ce trou de la peau dont ils viennent de dépouiller l'animal, et emplissent cette étrange chaudière d'eau qu'ils ont bientôt fait bouillir en y jetant des cailloux incandescents, la maintenant en cet état par le même moyen jusqu'à ce que la viande soit cuite à point.

» ment il ne s'agit ici que des extrémités) et, en les faisant bouillir, en obtint » une pinte de graisse liquide supérieure même à la graisse solide de l'ani- » mal. » (*Travels up. the Missouri*, etc., etc., chap. XXI.) La pinte anglaise n'est, comme on le sait, que la moitié à peu près de l'ancienne pinte de Paris.

» Pendant que je tenais en main le livre d'où je tirais cette citation j'eus l'idée qu'il me fournirait aussi, peut-être, quelque renseignement sur une autre branche de l'industrie indigène relative non plus à l'alimentation mais à l'habillement, je veux dire sur le système de corroyage que M. Simonin a vu pratiquer par les Indiens des prairies qui, sans employer en apparence autre chose que la cervelle de l'animal, parviennent à donner à la peau du bison la souplesse et le moelleux d'une étoffe de laine. Dans ce dessein je parcourus successivement tous les sommaires placés en tête des chapitres, et trouvai enfin, sinon ce que je cherchais, du moins un procédé de préparation du cuir des grands ruminants pratiqué dans un autre canton, et essentiellement différent du premier. Je reviendrai bientôt sur ce procédé par lequel on se propose de rendre le cuir plus dur qu'il ne le deviendrait si on le laissait se dessécher naturellemeut, mais je dois auparavant ajouter quelque chose à ce qui a été déjà dit des façons que l'on donne aux cuirs destinés à rester souples. J'emprunterai ces détails à l'ouvrage de *M. Catlin* : « Lettres et Notes sur les mœurs et coutumes des Indiens de l'Amérique du Nord » ; sa lettre VII, datée du confluent du Missouri et de la rivière de la Pierre jaune (*Yellow Stone Riv.*), a surtout rapport aux usages des *Corbeaux* et des *Pieds-Noirs* qui savent, il est vrai, préparer ces belles peaux garnies de leur toison dont parle M. Simonin, mais n'en font guère un objet d'exportation, celles que fournit le commerce aux villes des États-Unis, où elles sont connues sous le nom de *Buffalo-robes*, venant surtout des pays situés moins loin vers l'ouest. Chez ces Indiens, comme chez nos tanneurs, la première opération à laquelle on soumet la plupart des peaux a pour résultat d'en faire tomber le poil. Toute la différence dans les procédés consiste en ce qu'au lieu du bain de chaux, c'est un bain de forte lessive de cendres dans lequel les peaux sont maintenues quelques jours immergées. Le poil enlevé, on tend la peau soit sur un châssis, soit sur le sol, au moyen de piquets passant dans des trous pratiqués sur ses bords et enfoncés en terre de manière à la tenir bien également étirée; *elle reste ainsi pendant plusieurs jours pendant lesquels on la tamponne avec la cervelle*, puis on procède au raclage qui se pratique avec un os large aiguisé sur les bords, le plus souvent un omoplate, ou avec un outil en silex ayant à

peu près la forme d'une herminette, instrument sur lequel l'ouvrière agenouillée pèse de tout le poids de son corps. Cela fait, on détache la peau, et pendant qu'elle sèche on continue à la travailler à force de bras à la manière de nos corroyeurs jusqu'à ce qu'elle soit aussi moelleuse qu'elle peut le devenir. Ce travail est du département des femmes qui, dans ce cas comme dans presque tous les antres, sont chargées des ouvrages les plus rudes.

« La plupart de ces peaux, ajoute M. Catlin, sont cependant soumises » ensuite à une autre opération qui en augmente la valeur et les rend » d'un bien meilleur usage. Cette opération consiste à les *enfumer*, ce qui » se pratique de la manière suivante. On creuse en terre un trou au » fond duquel on dresse un feu alimenté par du bois mort, qui, en brû- » lant, donne très-peu de flamme et beaucoup de fumée. Au-dessus de ce » foyer on bâtit, avec quelques menues perches, une cage conique qu'on » recouvre d'un capuchon en cuir cousu sur les bords pour mieux s'op- » poser à l'échappement de la fumée. C'est sous cette cloche que l'on place » les peaux auxquelles on veut donner la dernière façon, et elles restent » ainsi au moins un jour exposées à cette fumée chaude qu'on a bien soin » d'entretenir. Elles ont, en sortant de l'étuve, une propriété précieuse » qu'elles n'avaient point en y entrant; elles peuvent être mouillées impu- » nément autant de fois qu'on le voudra, reprenant toujours en séchant » leur première souplesse. »

» Dans un passage précédent, M. Catlin, parlant des armes de ces mêmes Indiens, disait (lettre V) : « Leur bouclier est fait en peau de cou de bison » *enfumée* et endurcie au moyen d'une colle forte qu'on obtient de la corne » du pied de la bête », ce qui ferait d'abord supposer que l'enfumage n'est pas réservé aux seuls cuirs qui doivent rester souples. En y réfléchissant cependant, je me suis demandé si, dans le feu qu'on allume lorsqu'il s'agit de faire un bouclier, la fumée qui se produit est considérée comme ayant quelque importance, et j'en suis venu à croire que le procédé opératoire des *Pieds-Noirs* pourrait bien ne différer en rien d'essentiel de celui qui était en usage parmi les *Shoshonees*, et que Lewis et Clarke nous ont fait connaître à peu près dans ces termes :

« Leur bouclier est une pièce de cuir de bison de forme circulaire ayant » de 2 pieds 4 pouces à 2 pieds 5 de diamètre.... Le cuir de bison sec est » toujours à l'épreuve de la flèche, mais les Shoshonees sont convaincus » que, pour être parfait, un bouclier doit avoir été fabriqué avec certaines » cérémonies mystérieuses, qui commencent toujours par un banquet au-

» quel prennent part les principaux guerriers et, comme de raison, quelque
» sorcier (1). Le repas fini, on creuse en terre un trou de diamètre égal à
» celui que doit avoir le bouclier; on place au fond des pierres rougies
» au feu, sur lesquelles on verse ensuite de l'eau qui se convertit en une
» vapeur brûlante. La peau de bison, qu'on a laissée de toute sa grandeur,
» peau qui doit être celle d'un mâle âgé de deux ans qu'on aura eu soin
» de ne pas laisser sécher depuis le moment où elle a été enlevée à l'animal,
» est alors étendue au-dessus de la fosse brûlante et tirée en sens opposé
» par autant de mains qui peuvent en saisir les bords; bientôt le poil qui
» est tourné en dessus se détache aisément et est enlevé par poignées. Le
» cuir, cependant, se contracte progressivement, et c'est seulement lors-
» qu'il est réduit aux dimensions que doit avoir le bouclier que s'arrête
» la première partie de l'opération; la seconde consiste à l'étendre sur un
» cuir bien lisse, préparé à la manière du vélin, contre lequel on l'applique
» fortement en le piétinant avec les pieds nus. Cette dernière partie de la
» fabrication, à laquelle prennent part successivement tous les conviés,
» dure quelquefois plusieurs jours; après quoi le bouclier est remis so-
» lennellement à son propriétaire et déclaré parfait. »

» Il me semble que cette description est complétée par l'indication de M. Catlin et fait comprendre l'usage de la colle forte dont Lewis et Clarke n'ont point parlé. Elle est nécessaire pour faire comprendre l'adhésion des deux cuirs, qui n'a pas pour effet d'augmenter seulement l'épaisseur de la rondache : la peau exposée au feu, en devenant à la fois plus épaisse et plus dure, a perdu nécessairement quelque peu de son élasticité; la peau parcheminée lui rend ce qui pouvait lui manquer à cet égard, et elle devient dès lors plus propre à résister à un choc qui, sans cela, tendrait à rompre l'arme.

---

(1) Le bouclier est pour tous ces Indiens d'une telle importance, qu'on n'a point lieu de s'étonner qu'on ait cru devoir en entourer la fabrication de quelques pratiques religieuses ou au moins d'un certain mystère. M. Hunt, qui, vers l'année 1811, fut aussi envoyé, par terre, des bords de l'Atlantique vers l'autre Océan, mais qui traversa les montagnes Rocheuses en un autre point que Lewis et Clarke, eut l'occasion d'assister à une réception solennelle qu'on faisait dans un village d'Aricaras à une troupe de guerriers qui revenaient vainqueurs. Ceux-ci se présentaient dans leur plus bel appareil de guerre et armés d'ailleurs assez diversement : « quelques-uns, dit le narrateur, avaient un fusil, d'autres l'arc et la flèche, plusieurs le casse-tête; *tous avaient un bouclier de cuir de bison*, pièce d'un usage général parmi les Indiens des prairies qui, dans ces vastes plaines, ne peuvent profiter du couvert des forêts, pas même de l'abri que peuvent présenter des arbres isolés. » (IRVING : *Astoria*. Paris, 1836; in-8°, p. 154.)

» L'expédition si pénible dirigée par MM. Lewis et Clarke eut, personne aujourd'hui ne l'ignore, le succès que s'en promettait le Gouvernement qui l'avait ordonnée, et a eu pour résultat final l'établissement de ce chemin de fer, qui permet de franchir dans un temps comparativement très-court et presque sans fatigue l'immense espace compris entre les deux mers. La relation de ce premier voyage cependant reste pour l'ethnologiste, ainsi qu'on en peut juger par les emprunts que nous venons d'y faire, un répertoire dans lequel il trouvera, sur les habitudes et l'industrie des indigènes, des indications d'autant plus précieuses que bientôt ces peuples auront disparu de la surface du globe. Parmi les renseignements qu'on en peut tirer, qu'il nous soit permis de faire remarquer que quelques-uns prennent des circonstances dans lesquelles nous nous trouvons aujourd'hui un intérêt particulier. J'ai, en commençant cette Note, indiqué une des ressources alimentaires auxquelles ont recours les *peaux-rouges* que le besoin a rendus industrieux; en la terminant, je dirai deux mots des épreuves qu'ont rencontrées les hommes de race blanche une fois engagés dans ces pays sauvages, et de la manière dont ils ont su les surmonter. On savait bien au départ qu'il ne fallait pas songer à emporter des vivres pour tout le voyage, et l'on comptait sur les produits de la chasse; mais on eut à traverser de vastes étendues de pays dans une saison où la chasse n'y donnait rien. Le bison manquant, on eut recours à la viande de cheval, qui fut acceptée sans difficulté; puis, celle-ci venant à manquer, il fallut en venir à la chair de chien, heureux encore quand on put s'en procurer. Ce ne fut pas d'ailleurs sans avoir à vaincre bien des répugnances. « Ce-» pendant, remarque le narrateur, des expériences répétées nous four-» nirent la preuve que nos hommes, exténués par les fatigues et le manque » de vivres, ne reprenaient jamais plus tôt leurs forces et leur embonpoint » que lorsqu'ils avaient été quelque temps à ce régime. » Ce fait demeura si bien établi que, moins de cinq ans après, dans une nouvelle expédition due cette fois à l'initiative d'un simple particulier, dans celle que M. Astor envoyait par terre vers l'établissement commercial qu'il voulait fonder sur le Pacifique, à l'embouchure de la rivière Columbia, dès que le besoin de provisions fraîches commença à se faire sentir, les chevaux étant rares et chers dans le premier village indien où l'on s'arrêta, on n'hésita pas à y faire emplète d'un grand nombre de chiens destinés à être mangés (1). »

---

(1) IRVING : *Astoria*. Paris, 1836, in-8°, p. 122. Des chiens d'une race particulière étaient, chez ces Indiens (des Aricaras) et chez beaucoup d'autres, élevés et engraissés comme animaux de boucherie.

NOMINATIONS.

L'Académie procède, par la voie du scrutin, à la nomination d'une Commission qui sera chargée de juger le concours pour le grand prix des Sciences physiques (question des phénomènes génésiques qui précèdent le développement des animaux).

MM. Milne Edwards, de Quatrefages, Blanchard, Coste, Dumas réunissent la majorité des suffrages. Les Membres qui, après eux, ont obtenu le plus de voix, sont MM. Robin, Brongniart.

L'Académie décide que la Commission précédente sera chargée également de juger le concours pour le prix Bordin (question relative à l'anatomie comparée des Annélides).

L'Académie procède, par la voie du scrutin, à la nomination d'une Commission qui sera chargée de juger le concours pour le prix Poncelet.

MM. Liouville, Delaunay, Morin, Chasles, Combes réunissent la majorité des suffrages. Les Membres qui, après eux, ont obtenu le plus de voix, sont MM. Bertrand, Serret, Bonnet.

MÉMOIRES PRÉSENTÉS.

AÉROSTATION. — *Du moyen de produire à volonté, à bord des aérostats, un excédant de force ascensionnelle pour opérer des montées et des descentes partielles; par* **M. Bouvet**.

(Renvoi à la Commission précédemment nommée.)

« Dans la Communication que j'ai eu l'honneur d'adresser à l'Académie des Sciences, dans sa dernière séance, sur la combinaison du ballon à gaz et de la Montgolfière, j'ai montré que si v représente le volume de gaz perdu, P le poids de l'air, p le poids du gaz, la quantité de force ascensionnelle perdue est représentée par

$$v(P-p),$$

et j'ai montré aussi que, pour compenser cette perte, il faut produire la

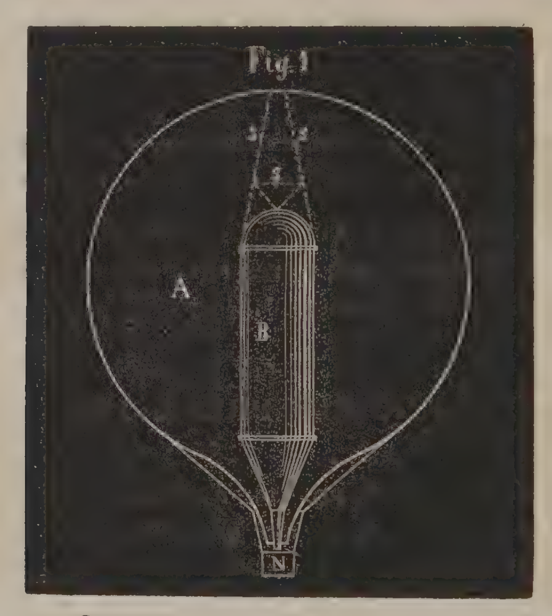
dilatation du volume restant d'une quantité v'

$$v' = \frac{v(P - p)}{P};$$

enfin, par le calcul, j'ai prouvé que la combustion d'une quantité de gaz représentant une perte de 1 gramme de force ascensionnelle, représente un accroissement de 122 grammes de cette même force. Un calcul analogue montrerait que la combustion de 1 gramme de gaz d'éclairage produit 170 grammes de force ascensionnelle.

» Voici maintenant la description des deux dispositifs destinés à réaliser les avantages qu'indiquent les chiffres ci-dessus.

» *Dispositif n*° 1 (*fig.* 1). — A est un ballon sphérique ordinaire; B est un ballon intérieur, de forme cylindroconique, ouvert seulement à sa base.

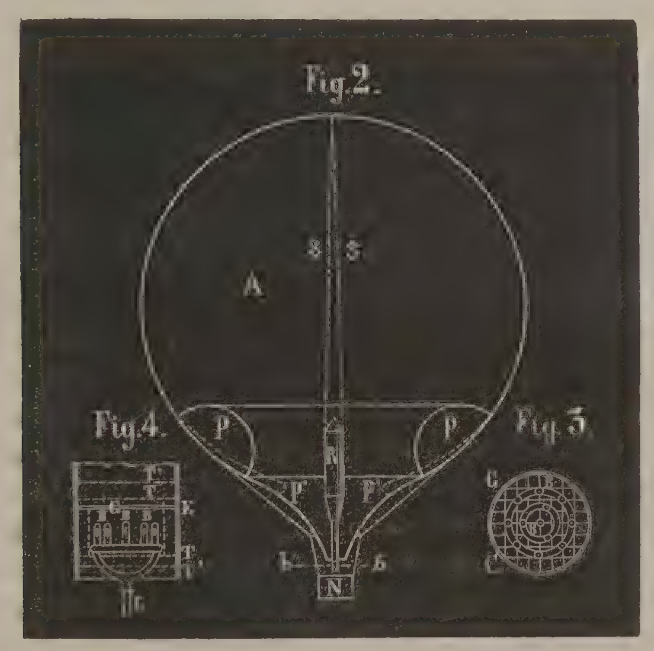


A Ballon sphérique.
B Montgolfière.
N Nacelle où se trouve le foyer.
SS Suspentes pour maintenir verticale la montgolfière.

Au départ, ce ballon B est complétement vide, ses parois se touchent, mais au fur et à mesure il se perd du gaz, et, par suite, de la force ascensionnelle; alors on introduit de l'air qu'on échauffe à l'aide d'un foyer à gaz en tout semblable à celui qui est décrit pour le dispositif n° 2. Ce ballon B, dont la capacité est de 150 mètres environ, remplit ici le double office de poche d'air et de Montgolfière. En combinant les actions si différentes

de ces deux organes réunis en un seul, on voit qu'on peut, soit obtenir un certain échauffement du gaz du ballon, pour augmenter même la force primitive, soit, à un moment donné, faire arriver de l'air froid pour refroidir le gaz et opérer une descente partielle ou trouver des courants favorables. Mais cette disposition présente le grave inconvénient d'échauffer les mélanges détonants qui se forment par endosmose à l'intérieur de B, malgré la construction spéciale du foyer; il y a là un danger qu'il convient d'éviter. Ces considérations, qui résultent des observations que M. Dumas a bien voulu me faire, m'ont conduit à adopter le dispositif n° 2.

» *Dispositif n°* 2 (*fig.* 2, 3, 4). — Dans cette disposition, la poche d'air est séparée de l'appareil destiné à échauffer le gaz du ballon.



A Ballon sphérique.
B Becs de gaz du foyer.
C Conduit qui mène le gaz au foyer.
E Enveloppe du foyer.
G Grillage pour répartir le calorique dégagé par le foyer.
P Poche d'air gonflée.
P' Poche d'air pliée.
R Appareil réchauffeur.
SS Suspentes pour maintenir le réchauffeur dans une position verticale.
ab Ligne de coupe des *fig.* 3 et 4.

» A est le ballon ordinaire, P la poche d'air qui, lorsqu'elle est vide, se replie en P'; gonflée, elle prend la forme d'un anneau, et par sa position à la partie basse, elle augmente la stabilité de l'aérostat. R est l'appareil réchauffeur, à parois métalliques, qui descend jusqu'à la nacelle où se trouve le foyer que la *fig.* 3 représente en plan et la *fig.* 4 en coupe verticale.

» Au départ, la poche P est repliée en P′, mais R est plein d'air; pour éviter sa déformation, on maintient, à l'aide de la pompe, un léger excès de pression. Cet appareil R étant métallique, il ne s'y forme pas de mélanges détonants; le foyer, formé par une couronne de becs de gaz à courant d'air forcé, réglé chaque fois par une clef, est entouré d'une double enveloppe T et T′ de toile métallique, qui met en garde contre toute chance d'incendie et d'explosion. Ce dispositif a cet avantage sur le précédent, qu'il permet, par le réchauffeur R, de produire l'augmentation de volume v' pour compenser la perte de force ascensionnelle, et d'introduire dans la poche P la quantité d'air froid $v - v'$, de telle sorte que, tout en conservant la même force ascensionnelle, on maintient le ballon constamment plein. C'est là une condition essentielle pour faire durer les enveloppes et aussi pour les aérostats qu'on essayera de diriger. J'ajoute que le réchauffeur R et ses accessoires pèsent 15 kilogrammes au maximum.

» Voici, en terminant, quelques considérations sur cet appareil réchauffeur, qui, employé dans les ballons dirigeables, y fonctionnera comme le condenseur des machines à vapeur.

» J'admets d'abord qu'on emploiera le moteur à air dilaté par la combustion du gaz, comme je l'ai précédemment proposé. Avec la vapeur d'échappement d'un moteur à vapeur, on obtiendrait le même résultat.

» Un moteur de 6 chevaux, force nominale, consomme 5 mètres cubes de gaz par heure. Les gaz brûlés qui sortent du cylindre, après qu'ils ont produit leur effet mécanique utile, entraînent une quantité de calorique égale à $6975 \times 5 = 34875$ calories, dont il faut déduire les quantités de chaleur perdues de différentes façons (eau vaporisée pour refroidir le cylindre, $1^{kg},500 - 637 = 955^{c},5$, et le double au moins de cette quantité de chaleur perdue par les autres organes), soit environ 3000 calories, il reste 31 875 calories à utiliser, qu'on perd habituellement dans l'air si on les fait arriver *en tout ou en partie* dans le réchauffeur. Ils y remplaceront le foyer; 31 875 représentent la combustion de $\frac{31875}{12500} = 2^{kg},55$ de gaz. Chaque kilogramme de gaz pouvant compenser 170 kilogrammes de force ascensionnelle, on voit que la quantité qu'il sera possible de compenser, par heure, sera représentée par $170 \times 2^{kg},55 = 433^{kg},50$, et cela sans rien coûter.

» Ce chiffre est un chiffre théorique, mais on peut en conclure qu'un ballon de 4000 mètres cubes, ayant un moteur consommant 5 mètres cubes par heure, pourra faire fonctionner le réchauffeur sans rien dépenser, tandis

que, dans des conditions ordinaires, il faudrait consommer 2 et même 3 mètres cubes pour obtenir le même résultat. Je ne crois donc pas me tromper, en disant que ce réchauffeur fonctionnera comme le condenseur de Watt, et permettra de réaliser une économie de 30 à 40 pour 100 sur la dépense du moteur. »

MÉTÉOROLOGIE. — *De la périodicité du temps, réglée d'après les indications fournies par les phases de la Lune qui suit celle de l'équinoxe.* Note de M. Bézard de Wouves. (Extrait.)

(Commissaires, MM. Ch. Sainte-Claire Deville, Delaunay, Laugier.)

« *Conclusion.* — Je crois pouvoir formuler les règles suivantes :

» 1° Division du temps en deux époques, qui prennent date aux équinoxes, 21 mars et 21 septembre;

» 2° Durée de chaque époque : six Lunes ou périodes lunaires;

» 3° Dans chaque époque, trois Lunes d'augment et trois Lunes de décroît;

» La Lune qui commence, après celle de l'équinoxe, règle par chacune de ses phases la périodicité du temps pendant la durée de l'époque;

» 5° Le temps qui se produit aux phases de cette Lune se reproduit aux mêmes phases des cinq Lunes suivantes, en augmentant ou décroissant, selon que l'on est dans la période d'augment ou dans la période de décroît. »

M. H. Gouilly adresse une Note relative à un procédé qui peut servir à déterminer la direction suivie par un aérostat et sa vitesse dans l'espace.

(Commissaires : MM. Morin, Delaunay, Dupuy de Lôme.)

M. Berger appelle l'attention de l'Académie sur une circulaire ayant pour but la création d'un prix de 50000 francs, pour celui qui trouverait et ferait appliquer, soit dans l'armée, soit dans la garde nationale ou dans un corps franc reconnu par le Ministre de la Guerre, un système d'abri mobile satisfaisant aux conditions suivantes : 1° résister à la balle du fusil Chassepot; 2° abriter facilement quatre hommes; 3° être muni de deux meurtrières au moins; 4° se démonter en quatre ou cinq parties, pouvant être portées par autant de soldats; 5° tenir lieu de tentes-abris et remplacer ainsi les tentes actuellement en usage dans l'armée.

(Renvoi à la Commission nommée pour les questions relatives à l'art militaire.)

M. **Brachet** soumet au jugement de l'Académie un projet de canon, porté sur un chariot blindé.

(Renvoi à la même Commission.)

CORRESPONDANCE.

M. le Secrétaire perpétuel donne lecture de la dépêche suivante, adressée à M. le Président de l'Académie par M. le Directeur général des lignes télégraphiques :

« Paris, le 16 décembre 1870, 1h 25m du soir.

» D'après une dépêche du 3, que je reçois de M. Steenackers, le ballon *le Volta*, monté par *M. Janssen*, est tombé près de Saint-Nazaire, sans accident. Je suis heureux de vous transmettre cette excellente nouvelle. »

PHYSIQUE DU GLOBE. — *La Seine : Études sur le régime de la pluie, des sources, des eaux courantes; applications diverses à l'art de l'Ingénieur et de l'Agriculture; par* M. **Belgrand** (1).

» Le public s'est vivement préoccupé, pendant le siége de Paris, des crues de la Seine et de la Marne; il n'est donc pas hors de propos de faire connaître le régime de ces deux rivières et des autres cours d'eau du bassin du fleuve parisien. Je m'occupe de ces recherches depuis 1832, et de nombreux Mémoires, publiés dans les *Annales des Ponts et Chaussées*, le *Bulletin* des Sociétés Géologique et Météorologique de France, établissent d'une manière certaine la priorité de mes travaux sur ceux des ingénieurs et autres savants qui, longtemps après moi, se sont engagés dans la même voie. L'un de ces Mémoires a été présenté, en 1847, à l'Académie des Sciences.

» Ces études sont résumées dans deux volumes, dont l'un a été imprimé aux frais de la ville et présenté à l'Institut par M. Dumas, le 16 mai 1870 (2).

» L'autre est le manuscrit que j'ai l'honneur de présenter à l'Académie, et je ne sais quand il pourra être imprimé; les circonstances où nous nous trouvons ne se prêtent guère à une publication scientifique. J'y joins un exemplaire de tous les Mémoires publiés par moi jusqu'à ce jour sur le même sujet.

(1) L'Académie a décidé que cette Communication, bien que dépassant en étendue les limites réglementaires, serait inséré en entier dans le *Compte rendu*.

(2) *La Seine : Le bassin parisien aux âges antéhistoriques.*

» Je ne reviendrai pss sur ce que j'ai dit de l'orographie du bassin de la Seine (1). Quoique ce bassin soit un pays de plaines, il change d'aspect, pour ainsi dire, à chaque étape du voyageur qui le parcourt, et cette variété si singulière, si rare dans les pays plats, il la doit à la variété non moins grande des formations géologiques qui l'occupent; on verra, par le résumé qui suit, que ces contrastes, dus à la nature des terrains, ne sont pas moins remarquables en ce qui concerne la composition des eaux de source, le régime des eaux courantes et les divers produits que l'agriculture tire du sol.

» *De la pluie.* — Les objets principaux de ces études étant les eaux courantes, les sources et l'agriculture, j'ai dû faire connaître d'abord la loi de la répartition des eaux pluviales à la surface du bassin.

» Il pleut beaucoup sur les bords de l'Océan; cette première ligne de maxima, correspondant aux côtes de Normandie, est peu intéressante, puisqu'elle est sans action sur les crues du fleuve. L'uniformité d'altitude des plateaux depuis l'Océan jusqu'au pied de la chaîne de la Côte-d'Or détermine une décroissance sensible de la pluie; il y a une ligne de minima presque parallèle au rivage de la Manche qui s'écarte peu de la vallée d'Oise. A la Champagne humide correspond une ligne de maxima qui suit le pied de la chaîne de la Côte-d'Or; puis il y a une décroissance brusque vers la partie basse de cette chaîne; mais à mesure qu'on s'élève sur les pentes de la basse Bourgogne et du Morvan, la pluie augmente jusqu'à la ligne de faîte.

» Voici les hauteurs moyennes annuelles de pluie constatées à la surface des divers bassins des grands affluents du fleuve :

	mm
Bassin d'Yonne	782,8
» de la Seine proprement dite	684,3
» de la Marne	781,0
» de l'Aisne	522,0
» de l'Oise	583,0
Moyenne générale	708,4

» Le maximum de hauteur de pluie correspond à deux stations du Morvan, le Haut Follin et les Settons (altitudes 902 et 596^{m},68).

La moyenne annuelle pour ces deux stations est	1750^{mm}
Le minimum se trouve, à Venette, près Compiègne (altitude 41 mètres), moyenne	438
La moyenne des huit pluviomètres de Paris donne	556

(1) *Le bassin parisien aux âges antéhistoriques*, p. 49 et suivantes.

» Ces moyennes sont un peu faibles, parce que, depuis 1857, nous subissons des sécheresses sans exemple depuis plus de deux cents ans; aussi notre moyenne pour Paris est de 556 millimètres, tandis que celle qui résulte des observations de l'Observatoire de Paris depuis 1816 est de $575^{mm},59$.

» Je fais graver chaque année, depuis huit ans, les hauteurs de pluie constatées à des stations d'observations dont le nombre s'élève aujourd'hui à plus de cent. Au bas de la feuille correspondant à un bassin figure la courbe des variations de niveau du cours d'eau principal. On trouvera au dossier un exemplaire de chacune de ces feuilles.

» Leur examen fait reconnaître immédiatement deux lois fort importantes. Les pluies qui produisent les crues des affluents de la Seine sont toujours des pluies générales dues *à une action atmosphérique* qui se fait sentir, à deux ou trois jours d'intervalle, non-seulement sur toutes les parties du bassin de la *Seine*, mais encore sur les bassins de la *Loire*, de la *Saône* et de la *Meuse;* ainsi, quoique nous soyons séparés aujourd'hui du reste du monde, de ce qu'il est tombé des pluies suffisantes pour produire une crue à Paris, nous sommes en droit de conclure que le même phénomène s'est produit sur les bassins voisins et que la Loire, la Saône et la Meuse sont également en crue.

» Les pluies tombées de juin à octobre ne profitent aux cours d'eau que dans les années excessivement humides. Les crues sont habituellement dues à des pluies tombées de novembre à mai (loi déjà indiquée par Dausse).

» *De la perméabilité du sol.* — J'ai indiqué sur la carte générale du bassin de la Seine jointe au dossier les *terrains perméables* par des rayures, les *terrains imperméables* par des teintes plates.

« Voici les caractères les plus frappants de ces deux sortes de terrains. Lorsque le sol est franchement perméable, *le débouché mouillé des ponts construits sur le thalweg des vallées* où il n'existe pas de sources *est toujours égal à zéro*. J'ai constaté le fait sur des vallées qui ont jusqu'à 300 kilomètres carrés de superficie.

» Les vallées les plus profondes forment drain et attirent toutes les eaux pluviales absorbées, le reste du sol reste sec et aride; *les cours d'eau sont donc très-rares.*

» Les eaux pluviales passant par les sources avant d'arriver aux thalwegs, les crues de ces rares cours d'eau s'élèvent très-lentement et descendent de même, *et sont par conséquent de très-longue durée,* de quinze jours au moins.

» Les parties du bassin de la Seine où ces caractères essentiels des terrains perméables ont été constatés sont les *terrains oolithiques* de la Bourgogne, la *craie blanche* de la Champagne et de la Normandie, les *sables et calcaires tertiaires* du Soissonnais, du Vexin, du Valois, etc., le *sable de Fontainebleau* et le *calcaire de Beauce*, les *alluvions* des vallées. Ces terrains occupent une surface de 59 210 kilomètres carrés.

» Lorsque le sol est imperméable, une grande partie des eaux pluviales ruisselle à la surface du sol et afflue très-rapidement aux thalwegs. Le débouché mouillé des ponts est donc très-grand; en divisant ce débouché par la surface des versants situés en amont, *on a le débouché kilométrique* qui s'élève jusqu'à $1^{m},50$.

» En temps de pluie, le thalweg de chaque pli de terrain devient un ruisseau : *les cours d'eau sont donc extrêmement nombreux*. Les eaux s'écoulant à la surface du sol, arrivent aux thalwegs avec une grande rapidité; par conséquent, *les crues des cours d'eau sont très-violentes, mais de très-courte durée*, rarement de plus d'un ou deux jours.

» Ces caractères essentiels des terrains imperméables ont été constatés dans les *granites et terrains paléozoïques* du Morvan, le *lias* de l'Auxois et de Langres, le *terrain crétacé inférieur* de la Champagne humide et du pays de Bray, les *argiles* du Gâtinais, les *argiles à meulière* de la Brie et de Satory, les *argiles* des sources de l'Eure.

» Ces terrains occupent dans le bassin de la Seine une surface de 19440 kilomètres carrés.

» Les rares cours d'eau des terrains perméables étant alimentés uniquement par des sources coulent toujours à pleins bords et sont bordés de prairies humides et même de marais tourbeux (1); les fonds de vallée des terrains imperméables balayés par des crues violentes sont au contraire remarquablement sains et bien drainés naturellement.

» J'appelle *torrents* les cours d'eau des terrains imperméables, et *cours d'eau tranquilles* ceux des terrains perméables.

» *Des sources.* — Les limites de ce résumé ne me permettent pas d'entrer dans de grands détails sur l'étude très-complète des sources du bassin de la Seine, que j'ai dû faire avant de commencer les travaux des dérivations de la Dhuis et de la Vanne.

» Ces sources se divisent en trois classes.

(1) Voir *le Bassin parisien aux âges antéhistoriquee*, pages 127 et suivantes.

» 1° Les sources des terrains imperméables qui sont sans importance et dont je ne parlerai point ici.

» 2° Les sources des terrains perméables qui jaillissent toujours au fond des vallées les plus profondes, le long des rares cours d'eau de cette sorte de terrain. Ces sources sont souvent énormes : telles sont celles de la Vanne.

» 3° Les sources qui jaillissent à la ligne de contact d'un terrain imperméable et d'un terrain perméable qui le recouvre. Ces sources, ordinairement très-nombreuses, jaillissent aussi bien à flanc de coteau qu'au fond des vallées.

» Trois cents sources environ ont été essayées au moyen de l'hydrotimètre, et se classent ainsi par ordre de pureté :

		Titres hydrotimétriques.
		° °
1°	Sources des granites du Morvan	de 2,0 à 7,0
2°	» du terrain crétacé inférieur de la Champagne	de 7,0 à 12,0
3°	» du sable de Fontainebleau. Bord des vallées de la Beauce, plateaux de la Brie	de 6,0 à 22,0
4°	» de l'arkose des bords du Morvan	de 11,0 à 19,5
	» de la craie blanche. Champagne	de 12,0 à 17,8
5°	» de la craie marneuse. Champagne, Normandie	de 14,50 à 22,0
6°	» du calcaire à Entroques. Bourgogne	de 16,90 à 21,5
7°	» de la craie blanche recouverte de terrains tertiaires. Champagne. Vallée d'Eure	de 17,0 à 27,5
	» du calcaire de Beauce. Beauce	de 17,0 à 25,0
	» des calcaires oolithiques durs. Bourgogne	de 17,5 à 26,0
8°	» des marnes vertes, partie non gypsifère. Brie pouilleuse.	de 19,6 à 30,0
9°	» de l'argile plastique. Bassin de la Marne à l'aval d'Épernay	de 20,0 à 35,0
10°	» des calcaires oolithiques marneux. Bourgogne	de 21,5 à 34,0
11°	» des terrains tertiaires compris entre les marnes vertes et l'argile plastique. Brie, Valois, Vexin	de 21,5 à 46,0
12°	» du lias. Auxois	de 27,5 à 120,0
13°	» des marnes vertes, partie gypsifère. Brie entre Meulan et Chateau-Thierry. Banlieue de Paris	de 23,0 à 155,0

» Les sources des nos 1, 2, 3, etc., 10 sont propres à tous les usages domestiques, et ne contiennent en dissolution, pour ainsi dire, que du carbonate de chaux.

» Pour les besoins d'une grande ville comme Paris, on peut prendre, presque sans choisir, celles des sources nos 1, 2, 3, 4, 5 et 6 qui sont les plus

convenablement placées. Dans les n°s 7, 8, 9 et 10, il faut choisir, beaucoup de sources étant trop chargées de calcaire, et ayant la propriété de faire des incrustations dans les conduites.

» Les sources des n°s 11, 12 et 13 sont très-chargées de sulfate de chaux, et sont pour la plupart impropres aux usages domestiques. Malheureusement, presque toutes les sources de la banlieue de Paris rentrent dans ces trois genres; la grande lentille de terrain gypsifère s'étend de Meulan à Château-Thierry, de sorte que, pour avoir des eaux de bonne qualité, on a dû s'éloigner beaucoup de Paris et se rapprocher de la limite de la Champagne et de la Brie.

» J'ai constaté, par de nombreuses expériences, que les eaux sont incrustantes lorsque leur titre hydrotimétrique, correspondant au carbonate de chaux, dépasse 20 degrés (1).

» *Des eaux courantes.* — Par décision ministérielle du 3 février 1854, j'ai été chargé du service hydrométrique du bassin de la Seine. Les variations de niveau des cours d'eau de chaque terrain sont recueillies à un grand nombre de points du bassin et gravées tous les ans sur deux feuilles. J'ai joint au dossier un exemplaire de toutes ces publications.

» Sur la première feuille, j'ai fait ressortir le contraste qui existe entre les crues violentes et de courte durée des cours d'eau des terrains imperméables, et celles des cours d'eau des terrains perméables qui montent lentement et descendent de même, et sont par conséquent de très-longue durée. Le degré de limpidité des cours d'eau de chaque terrain est indiqué par des teintes.

» Les variations de niveau des grands cours d'eau sont gravées sur la deuxième feuille, et l'on reconnaît immédiatement en l'examinant que les crues des affluents torrentiels passent les premières sous les ponts de Paris, qu'elles donnent toujours le maximum de la crue du fleuve, mais que les crues des affluents tranquilles qui passent quelques jours après soutiennent celle du fleuve et augmentent sa durée.

» Pour chaque terrain, les courbes des variations de niveau affectent des formes particulières très-nettes : ainsi les courbes des crues de la Seine, de l'Ource, de l'Aube, de l'Ornain, de la Saulx, qui coulent dans les terrains

---

(1) Le titre hydrotimétrique des eaux de la Dhuis, qui est de 23 degrés aux sources, est réduit à 20 degrés en arrivant à Paris, après un parcours de 130 kilomètres. Les eaux de rivière perdent un peu plus. En 1858, après une longue sécheresse, j'ai reconnu que les affluents de la Seine perdaient en route une partie de leur carbonate de chaux, et que leur titre hydrotimétrique aboutissait à 18 degrés.

oolithiques, se ressemblent entre elles, mais sont très-différentes de celles de la Sommesoude qui coule dans la craie, ou du Cousin qui coule dans le granite.

» *Lois qui régissent les crues des cours d'eau.* — J'ai cherché à formuler les lois qui régissent les crues des cours d'eau. Lorsque le bassin est en grande partie imperméable, comme celui de la Loire, les crues étant très-violentes, mais de très-courte durée, la crue du fleuve cesse de s'accroître à partir d'un certain point, parce que la crue de l'affluent est toujours passée lorsque celle du fleuve arrive au confluent. Il en résulte que la portée des plus grandes eaux connues est une constante à partir de ce point, et que les crues extraordinaires sont presque toujours dues à un phénomène météorologique unique, agissant sur une partie restreinte du bassin. Ainsi l'on admet assez généralement que la portée des plus grandes crues connues de la Loire, depuis le bec d'Allier jusqu'à la mer, est de 10000 mètres cubes par seconde, et ces crues sont produites, tantôt par les affluents supérieurs, l'Allier et la Loire, tantôt par les affluents moyens, le Cher et la Vienne, tantôt par les affluents inférieurs, la Vienne et la Maine. Ces crues désastreuses sont donc assez fréquentes.

» Lorsque les terrains perméables sont très-dominants, comme dans le bassin de la Seine, les crues sont de très-longue durée; il s'ensuit non-seulement que la portée de la crue du fleuve s'ajoute à celle de chaque affluent, mais encore que les portées de plusieurs crues, se succédant à quelques jours d'intervalle, s'ajoutent les unes aux autres. La crue du fleuve va donc en augmentant depuis les sources jusqu'à la mer, et il faut plusieurs crues des affluents, passant l'une après l'autre à de courts intervalles, pour produire une crue extraordinaire. Ainsi la plus grande crue connue de la Seine, celle de 1658, est due à deux crues des affluents; celle de 1740, à cinq crues; celle de 1802, la plus grande du siècle, à quinze crues successives. Ces phénomènes sont donc extrêmement rares.

» Une première crue des affluents produit trois à quatre jours de croissance à Paris; puis le fleuve reste étal ou décroît lentement; une seconde crue, qui passe quelques jours après, fait encore croître le fleuve pendant trois à quatre jours, et ainsi de suite. En comptant le nombre des jours de croissance des crues anciennement observées à Paris, on peut donc facilement se rendre compte du nombre des crues des affluents qui les ont produites.

» Citons, comme exemple, la crue qui passe en ce moment à Paris. Le 24 octobre, la Seine marquait $0^{m},20$ à l'échelle du pont d'Austerlitz; une

première crue des affluents torrentiels la fait monter, le 5 novembre, à $1^m,50$. Soutenue par les affluents tranquilles, elle décroît très-lentement; le 15, elle marque encore $1^m,10$, lorsqu'une deuxième crue des affluents la porte, le 16, à $1^m,40$; elle se maintient à ce niveau jusqu'au 25. Une troisième crue des affluents l'élève, le 27, à $1^m,70$, niveau qu'elle conserve les 28, 29 et 30; puis elle décroît jusqu'au 13 décembre. Une quatrième crue des affluents l'élève, le 16, à 2 mètres, niveau qu'elle conserve jusqu'au 18, et enfin une cinquième crue la fait monter, le 21, à $2^m,90$. Ainsi cette crue, d'une très-médiocre hauteur, a été produite par cinq crues des affluents.

» J'ai choisi un certain nombre d'affluents à versants imperméables sur lesquels on fait des observations, et j'ai reconnu empiriquement qu'en multipliant par 2 la montée moyenne d'une crue de ces torrents, on obtenait avec une approximation suffisante la montée correspondante à Paris; j'annonce ainsi la hauteur approximative d'une crue deux ou trois jours à l'avance.

» Le fleuve n'a éprouvé qu'une seule crue extraordinaire, celle de 1802, dans le cours du XIXe siècle, qui est un siècle sec. En revanche, les basses eaux extrêmes y sont très-fréquentes. Au XVIIIe siècle, la Seine n'est descendue que dans huit années et pendant quarante jours au-dessous du zéro de l'échelle du pont de la Tournelle qui correspond aux basses eaux de 1719. Le nombre d'années où le fait a été constaté de 1800 à 1865 est de 23 et le nombre de jours de 1251; c'est surtout dans les dernières années, de 1857 à 1870, que la sécheresse a été remarquable. On ne trouve rien de semblable en remontant en arrière jusqu'au commencement du règne de Louis XIII.

» *Débouché mouillé des ponts.* — Mes observations permettent de calculer facilement le débouché mouillé des ponts des vallées de moins de 100 kilomètres carrés de superficie. Si le sol est très-perméable, comme celui des terrains oolithiques de la Bourgogne, de la craie blanche de Champagne, du sable de Fontainebleau et du calcaire de Beauce, etc., le débouché kilométrique mouillé est toujours égal à zéro, et s'il n'existe pas de sources dans la vallée, on peut la franchir avec une route, un canal, un chemin de fer, sans y construire de pont.

» Si le sol est imperméable, comme celui du Morvan (granite), de l'Auxois (lias), de la Champagne humide (terrain crétacé inférieur), le débouché kilométrique mouillé varie de $0^m,50$ à $1^m,50$; quelque petite que soit la vallée, elle ne peut être traversée par aucune voie de communica-

tion sans un pont, et pour certains terrains comme le lias, une vallée de 100 kilomètres carrés exigerait une arche presque aussi grande qu'une de celles du pont de la Concorde.

» Il n'est pas possible de fixer de règle pour les grands bassins; mais, d'après ce qui précède, on voit qu'à vitesse égale de l'eau le débouché mouillé des ponts croît dans les terrains perméables, depuis les sources jusqu'à la mer, tandis que dans les terrains imperméables, à partir du point ou la portée des plus grandes eaux connues est constante, le débouché mouillé des ponts tend lui-même a être constant.

» *Questions diverses.* — Les limites dans lesquelles je dois resserrer ce Mémoire ne me permettent pas de discuter différentes questions dont j'ai donné les solutions. Je renvoie donc au texte même des différents Mémoires ci-joints pour tout ce qui concerne la construction des grands réservoirs et des digues, la défense des berges par les plantations, le règlement des usines, les eaux courantes considérées comme eaux potables, les variations de température de l'eau dans les réservoirs, les aqueducs et les conduites, et j'arrive à la partie de mon ouvrage qui intéresse l'agriculture.

» *Agriculture. Parties du bassin fertilisées par la boue diluvienne.* — J'ai démontré dans le premier volume de cet ouvrage que le relief actuel du bassin de la Seine était le résultat d'une immense érosion diluvienne (1). Les eaux courantes ont laissé derrière elles sur certaines parties, de grands plateaux tout unis, dépourvus de pente, comme ceux de l'Auxois, du Gâtinais, de la Brie, du Valois, de la Beauce, du Vexin, du Soissonnais, du pays de Caux, et alors elles ont abandonné à la surface du sol une épaisse couche de limon (2). D'autres parties du bassin sont disposées en pentes plus ou moins fortes, comme la basse Bourgogne, ou en plaines ondulées couvertes de basses collines, comme la Champagne, et alors, quoique le sol ait été recouvert par les eaux limoneuses comme les parties plates du bassin, la boue diluvienne n'a pu s'y déposer. C'est un phénomène bien connu des ingénieurs; le limon en suspension dans les eaux courantes ne se dépose jamais sur les parties déclives du sol (3).

» Les plateaux sur lesquels la boue diluvienne s'est déposée sont tous

---

(1) Voir *La Seine : le Bassin parisien aux âges antéhistoriques*, p. 9 et suiv.

(2) *Ibidem*, p. 40 et suiv.

(3) *Ibidem*, p. 46. On trouve çà et là, en Champagne et en Bourgogne, des lieux favorables où le limon diluvien a pu se déposer; en Bourgogne, on donne à ce limon les noms de petite aubue et d'herbue.

naturellement fertiles, souvent plus que les vallées. Les plaines et les pentes ondulées qui ne sont pas recouvertes de ce limon sont presque stériles.

» *Répartition des prairies.* — La culture des prairies naturelles peut s'étendre sur les terrains imperméables, *aussi bien sur les pentes et les plateaux qu'au fond des vallées;* c'est un des caractères les plus remarquables de ces terrains : elle y est donc très-développée. Elle est au contraire reléguée *au fond des vallées* des terrains perméables *et seulement sur les points accessibles aux crues des cours d'eau,* et par conséquent y est peu étendue.

» *Qualité des prairies.* — La qualité des prairies est très-variable d'un pays à l'autre; elle est très-médiocre dans les terrains granitiques du Morvan. Le sol argileux de l'Auxois, du Nivernais, de la Champagne humide, du pays de Bray, des bords des vallées de la Brie donne au contraire d'excellents fourrages. La plupart des prairies des terrains perméables pèchent par excès d'humidité, souvent même elles forment de grands marais tourbeux (1).

» *Répartition du bétail.* — L'espèce bovine se plaît surtout dans les pays à grands pâturages, c'est donc le bétail qui convient le mieux dans les terrains imperméables, c'est-à-dire dans le Morvan, l'Auxois, le Nivernais, la Champagne humide, le pays de Bray.

» L'espèce ovine, au contraire, y contracte avec une malheureuse facilité une maladie mortelle, la cachexie aqueuse; elle se plaît au contraire merveilleusement bien dans les terrains perméables; c'est donc le genre de bétail qui convient le mieux en Bourgogne, en Champagne pouilleuse, dans le Valois, la Beauce, le Vexin, le Soissonnais, le pays de Caux.

» *De la stubulation.* — Il est certains plateaux imperméables dépourvus de pentes où ces deux genres d'animaux ne peuvent être élevés sans quelques précautions : les bœufs, parce que les prairies ne végètent pas sur un vaste plateau dépourvu de pentes; les moutons, parce qu'ils y contractent mieux qu'ailleurs la cachexie aqueuse.

» Lorsqu'un terrain ne convient pas naturellement à un genre de bétail, la *stabulation* permanente ou intermittente est absolument nécessaire. Ainsi, on ne pourrait engraisser des bœufs *au pâturage* en Beauce et en Champagne pouilleuse, le sol est trop sec. On perdrait tous les troupeaux si l'on conduisait inconsidérément les moutons au pâturage par tous les temps,

(1) Voit *La Seine : le bassin parisien aux âges antéhistoriques,* p. 127 et suiv.

dans l'Auxois, le sol est trop frais; ils y contracteraient la cachexie aqueuse. C'est ce qui est arrivé notamment en 1853.

» *Drainage.* — Le drainage n'est nécessaire, dans les terrains imperméables, que pour les terres labourables; il est rare qu'il soit utile dans les prairies, excepté cependant dans celles des granites; inversement, lorsque le sol est perméable, on peut drainer avantageusement beaucoup de prairies, jamais des terres labourables. Ainsi, par exemple, le drainage appliqué aux riches pâturages du pays de Bray, terrain imperméable, serait presque partout aussi funeste qu'il est utile dans les prairies de la basse Bourgogne, dont le sol est perméable. Dans ces dernières prairies, l'irrigation est le complément du drainage.

» *Sylviculture.* — La partie haute du bassin de la Seine est une des régions les plus boisées de la France. Le Morvan, la basse Bourgogne, la Champagne humide, le Gâtinais sont encore aujourd'hui extraordinairement boisés. Trois contrées sont presque déboisées, l'une est imperméable, c'est l'Auxois, et la belle venue des bouquets de bois qu'on y voit çà et là prouve que les forêts ont été éliminées par d'autres cultures plus productives.

» Les deux autres régions déboisées, la Champagne pouilleuse et la Beauce proprement dite, sont perméables, et le sol est réellement impropre à la culture des arbres à feuilles caduques.

» Le reboisement par les arbres à feuilles caduques se fait avec une grande facilité dans tous les terrains imperméables et dans les terrains perméables sablonneux. Il est au contraire on ne peut plus difficile dans les terrains perméables calcaires, surtout quand les calcaires sont marneux ou gélisses.

» Le boisement pour les arbres résineux est possible même dans les terrains calcaires les moins propres à la végétation sylvestre.

» Le boisement n'est utilement praticable que dans les terrains où toute autre culture est impossible. Il ne convient de déboiser que les terrains très-fertiles. Beaucoup de propriétaires se sont ruinés en déboisant des terrains moyennement fertiles.

» *Viticulture.* — Le vin de bonne qualité ne se récolte que sur les coteaux perméables de la basse Bourgogne et de la Champagne pouilleuse. Il existe cependant une exception : les coteaux argileux du lias de l'Auxois, recouverts par les éboulis calcaires des terrains oolithiques, donnent de très-bons vins ordinaires.

» Les autres contrées imperméables, le Morvan, la Champagne humide,

le Gâtinais, la Brie, ou ne produisent pas de vin, ou en donnent de détestable.

» Les pays plats, qu'ils soient perméables ou non, ne donnent pas de vin. Ainsi on ne récolte, sur les plateaux de la Beauce, du Valois, du Vexin, etc., que des quantités de vin insignifiantes. Les larges vallées de gravier des terrains crétacés sont cultivées en vigne, mais donnent de mauvais produits.

Mémoires joints à cette Notice.

1° Études sur le régime des cours d'eau et les cultures du département de l'Yonne; 1851.

2° Études hydrologiques dans le bassin de la Seine; 1852.

3° Étude des lois qui régissent les crues des cours d'eau; 1853.

4° Influence des forêts sur l'écoulement des eaux pluviales; 1853.

5° De la simultanéité des pluies qui produisent les crues de la Seine, de la Loire, de la Saône et de la Meuse; 1854.

6° Observations du service hydrométrique de la Seine; 1856.

7° Service hydrométrique de la Seine; 1856.

8° Sur l'averse tombée à Paris le 21 mai 1857.

9° Note sur le puits de Passy; étude des nappes souterraines; 1861.

10° Des grands débordements de la Seine à Paris; 1864.

11° Notice sur le régime de la pluie dans le bassin de la Seine; 1865.

12° Note rectificative de cette dernière Notice; 1867.

13° Étude sur la crue de septembre 1866.

14° Résumé des observations centralisées de 1867.

15° Résumé des observations centralisées de 1868.

» (Ces quatre derniers Mémoires ont été faits en collaboration avec M. l'ingénieur Lemoine.)

16° Carte géologique et hydrologique du bassin de la Seine; 1854.

17° Observations hydrométriques : deux séries, de 1854 à 1869.

18° Observations pluviométriques de 1861 à 1868.

19° Volume manuscrit dont cette Notice est le résumé.

» Trois des Mémoires les plus importants n'ont pu être joints au dossier, savoir :

1° Première étude hydrologique. (Il ne m'en reste qu'un exemplaire.)

2° Notice sur la Carte agronomique de l'arrondissement d'Avallon. (*Id.*)

3° Recherches statistiques sur les sources du bassin de la Seine. L'édition a été perdue dans les bureaux de la ville. »

THERMODYNAMIQUE. — *Sur la force des matières explosives.* Note de **M. A. Cazin**, présentée par M. Faye.

» La chaleur que dégage en brûlant 1 kilogramme d'une matière explosive telle que la poudre dépend des circonstances dans lesquelles a lieu la combustion.

» Soient

» I le travail interne, résultat de l'action chimique opérée dans la substance, lequel est *dépensé;*

» E la somme du travail externe *produit* et de la moitié de la force vive *créée;*

» C la chaleur spécifique *vraie* du mélange que fournit la combustion;

» t l'élévation de température, la substance étant d'abord à zéro;

» A l'équivalent calorifique de l'unité de travail.

» La conservation de l'*énergie* exige que

$$AI = Ct + AE; \tag{1}$$

on néglige le travail interne qui est dû à la cohésion gazeuse, et l'on suppose qu'il n'y ait ni introduction, ni soustraction de chaleur.

» Supposons qu'après la combustion le mélange soit ramené à zéro, en même temps qu'un travail externe E′ est *dépensé*. Il y aura soustraction d'une quantité de chaleur

$$Q = Ct + AE'. \tag{2}$$

Ces deux opérations peuvent s'effectuer simultanément et graduellement dans les diverses parties du mélange, et l'on a finalement

$$Q = AI - A(E - E'). \tag{3}$$

On voit ainsi que cette quantité dépend des travaux externes mis en jeu. Il est naturel de supposer que I est invariable pour la même matière explosive; c'est la mesure de l'énergie chimique dépensée; elle ne dépend pas des circonstances extérieures. La chaleur de combustion Q, qui est accessible à l'observation directe, varie d'une infinité de manières, quand on change E et E′.

» Je vais appliquer cette considération à quelques problèmes relatifs à la force de la poudre.

» 1er PROBLÈME. — 1 *kilogramme de poudre à zéro brûle sous la pression atmosphérique assez lentement pour que la force élastique des gaz développés*

soit équilibrée par cette pression, et le mélange est maintenu à zéro; quelle est la chaleur dégagée?

» Soient

» u le volume initial;

» v le volume qu'aurait le mélange, s'il n'y avait aucune soustraction de chaleur;

» v_0 le volume final à zéro, ces volumes étant évalués en mètres cubes; alors

$$E = 10334\,(v - u),$$
$$E' = 10334\,(v - v_0).$$

» Donc

$$Q = AI - A.10334\,(v_0 - u). \qquad (4)$$

» MM. Bunsen et Schichkoff ont trouvé, en expérimentant à peu près dans ces circonstances,

$$Q = 619{,}5 \text{ calories} \quad \text{et} \quad v_0 = 0^{mc}{,}193.$$

« En prenant

$$A = \frac{1}{425} \quad \text{et} \quad u = 0^{mc}{,}001,$$

on trouve

$$AI = 746{,}1 \text{ calories}.$$

Telle est l'énergie chimique dépensée dans la combustion.

» 2e PROBLÈME. — 1 *kilogramme de poudre à zéro brûle dans un espace clos quel qu'il soit, maintenu à la même température; quelle est la chaleur soustraite?*

» Pendant l'explosion, il y a des vitesses acquises et des tourbillonnements qui créent finalement de la chaleur, sans qu'il y ait aucun travail externe mis en jeu. Alors E et E' sont nuls, et l'on a

$$Q = AI = 746{,}1 \text{ calories},$$

quel que soit le volume de l'espace clos. Le travail chimique est totalement converti en chaleur sensible, qui est soustraite au mélange, tandis que, dans le premier problème, une partie de ce travail était converti en travail mécanique externe.

» A ce problème se rattache une question traitée par MM. Bunsen et Schischkoff. Si la poudre brûle dans un espace clos, *égal à son propre volume*, sans qu'il y ait ni introduction, ni soustraction de chaleur par les parois, quelles sont la température et la pression finales?

» La formule (1) donne

$$746,1 = Ct.$$

» En admettant, avec les auteurs cités, $C = 0,1855$, on trouve

$$t = 4022^\circ.$$

La pression se calcule approximativement à l'aide de la formule de Gay-Lussac et Mariotte

$$\frac{p(u-\varepsilon)}{1+\alpha t} = v_0 - \varepsilon. \tag{5}$$

» ε étant le résidu solide valant $0^{mc},000416$;

» p désigne la pression en atmosphères. On a ainsi

$$p = 5191 \text{ atm}.$$

MM. Bunsen et Schischkoff, ayant pris pour Q la valeur 619,5, ont trouvé

$$3340^\circ \quad \text{et} \quad 4374 \text{ atm}.$$

» 3e PROBLÈME. — 1 *kilogramme de poudre à zéro brûle dans un espace clos égal à v_0, et imperméable à la chaleur; puis on le réduit au volume u par une compression extérieure, sans qu'il y ait ni soustraction ni introduction de chaleur par les parois; quelles sont la température et la pression finales?*

» Dans la première période, on applique la formule (1)

$$746,1 = Ct_1,$$

d'où

$$t_1 = 4022^\circ$$

comme précédemment.

» En mettant v_0 à la place de u dans la formule (5), on a

$$p_1 = 15,74 \text{ atm}.$$

» Le changement opéré dans la seconde période est le changement *réversible* que M. Rankine représente par une ligne *adiabatique;* admettons la relation qui s'applique aux gaz simples, au moins approximativement,

$$\frac{p}{p_1} = \left(\frac{v_0-\varepsilon}{u-\varepsilon}\right)^{1,41}, \tag{6}$$

d'où l'on tire

$$p = 56104 \text{ atm}.$$

» La formule (5) donne ensuite

$$t = 46049^\circ.$$

On voit que le travail de compression décuple l'élévation de la température, ce qui est un effet étranger à l'action chimique qui développe seule la force explosive, dans la pratique.

» Ce problème a été traité par M. Berthelot (*Compte rendu* du 7 novembre dernier). Les nombres diffèrent un peu des précédents, parce que M. Berthelot a pris

$$Q = 619,5.$$

On voit que ce problème diffère de celui que MM. Bunsen et Schischkoff ont voulu résoudre.

» On peut multiplier les exemples de ce genre; j'en citerai encore un, à cause de l'importance que les circonstances actuelles donnent à ces études.

» 4e PROBLÈME. — 1 *kilogramme de poudre à zéro brûle en surmontant lentement la pression atmosphérique, sans qu'il y ait ni soustraction ni introduction de chaleur; puis on comprime le mélange dans les mêmes conditions, jusqu'à ce qu'il ait repris son volume initial u; quelles sont la température et la pression finales?*

» Après la première période, la température est t_1 et le volume v_1. Imaginons que le mélange soit ramené à zéro, sous pression constante; il y aura soustraction de 619,5 calories (1er problème). Soit C' la chaleur spécifique du mélange sous pression constante, nous aurons

$$619,5 = C' t_1;$$

admettant $C' = C \times 1,41$, on trouve

$$t_1 = 2368^\circ;$$

en mettant 1, v_1 et t_1 à la place de p, u et t dans la formule (5), on a

$$v_1 - \varepsilon = 1^{mc},865.$$

» Dans la deuxième période, le changement opéré satisfait à la formule (6), où l'on met 1 et v_1 à la place de p_1 et v_0. De là on tire

$$p = 87\,267 \text{ atm.}$$

» Enfin t se déduit de la formule (5), à l'aide de cette valeur de p,

$$t = 71\,926^\circ.$$

» Il est aisé de voir que cette énorme élévation de température est le résultat de deux opérations successives, dont la seconde est une dépense

considérable de travail externe, plus considérable que celui du 3e problème. Aussi la chaleur sensible créée est-elle plus grande.

» Il est évident que tous ces nombres ne servent qu'à donner une idée de la marche des phénomènes; car les formules (5) et (6) ne sont pas applicables à des pressions et des températures aussi énormes. En outre, les phénomènes chimiques qui se passent dans de telles circonstances nous sont inconnus. »

GÉOLOGIE. — *Étude des gaz volcaniques de Santorin.* Note de **M. Fouqué**, présentée par M. Ch. Cainte-Claire Deville.

« Les gaz qui se sont dégagés dans la baie de Santorin, au début de l'éruption de 1866, offraient alors une composition remarquable, sur laquelle j'ai eu l'honneur d'appeler l'attention de l'Académie. Ces gaz, riches, pour la plupart, en hydrogène libre, provenaient de fissures communiquant avec les profondeurs du sol, parallèles entre elles et comprises toutes dans le voisinage immédiat de la partie centrale de l'éruption. Quelques-uns se dégageaient des eaux de la mer en bouillonnant près des laves incandescentes; d'autres s'échappaient du milieu de crevasses profondes ouvertes à l'air libre et sillonnant l'ancien sol de Nea Kameni, entre les deux centres éruptifs désignés sous les noms de *Georges* et d'*Aphroessa;* d'autres, enfin, fournissaient en brûlant des gerbes de flammes, qui jaillissaient au sommet même de ces monticules de formation nouvelle.

» En 1867, les gaz combustibles m'ont semblé avoir disparu de la plupart des points où je les avais recueillis l'année précédente. Les flammes provenant de leur combustion ne s'apercevaient plus qu'au sommet de Georges. Des éboulements avaient recouvert les crevasses de Nea Kameni. En revanche, de la fissure principale de l'éruption étaient sorties des masses énormes de laves, qui continuaient encore à s'en échapper en abondance, et qui se déversaient alors surtout vers le sud, après avoir d'abord coulé pendant quelque temps principalement vers l'ouest. On pouvait ainsi distinguer en 1867 plusieurs coulées de laves avec leurs moraines caractéristiques, dirigées vers la partie méridionale de l'île de Santorin. Les trois principales étaient tournées, l'une vers le cap Acrotiri, la seconde vers le havre d'Atheneos, la troisième dans l'intervalle des deux précédentes, à peu près vers Balos. Ces coulées, incandescentes à leurs extrémités, s'y déversaient dans la mer avec un bruissement et des sifflements aigus. Or, précisément dans ces points, on pouvait constater l'existence d'abondants

dégagements de gaz qui se déplaçaient chaque jour en suivant le progrès de la partie terminale des coulées. Plusieurs de ces gaz examinés sur place ne m'avaient pas paru combustibles. La disposition des points où ils se dégageaient et leur faible teneur en acide carbonique, ainsi que leur richesse en oxygène, m'avaient fait supposer qu'ils n'étaient rien autre chose que de l'air atmosphérique entraîné par les fragments scoriacés qui recouvrent l'extrémité des coulées et qui s'y éboulaient sans cesse dans la mer. Mais l'analyse, effectuée dans le laboratoire, d'un certain nombre d'échantillons de ces gaz recueillis et rapportés dans des tubes fermés à la lampe, démontre, au contraire, que ces mélanges gazeux naturels ont une composition tout à fait différente de celle de l'air. Ils renferment des proportions notables de composés hydrogénés, en même temps que des quantités d'oxygène et d'azote unies dans des proportions très-éloignées de celles qui caractérisent la composition de l'air atmosphérique.

» Le premier de ces gaz (n° 1) a été obtenu à l'extrémité de la coulée dirigée vers le cap Acrotiri; il n'en a été opéré qu'une seule prise, le 5 mars 1867. Le second (n° 2) provient de l'extrémité de la coulée dirigée vers Balos. Nous donnons ci-dessous la composition des échantillons recueillis au même point, à trois reprises différentes, le 3, le 5 et le 7 mars 1867.

» Le troisième (n° 3) provient de l'extrémité de la coulée dirigée vers Atheneos; il n'en a été fait qu'une seule prise, le 7 mars 1867.

		Gaz n° 2.			
	Gaz n° 1.	3 mars.	5 mars.	7 mars.	Gaz n° 3.
Acide carbonique..	0,00	0,19	0,25	0,57	0,22
Oxygène.........	24,94	20,09	20,41	18,65	21,11
Azote............	72,12	64,30	64,36	65,51	21,90
Hydrogène........	1,94	14,98	14,70	14,96	56,70
Gaz des marais.....	1,00	0,44	0,28	0,31	0,07
	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00

» Au contact d'un corps enflammé, le gaz n° 3 brûle avec une forte explosion, le gaz n° 2 brûle également, mais avec une explosion très-faible. (La combustibilité, au contact de l'air, du résidu que fournit ce gaz après l'enlèvement de son acide carbonique et de son oxygène, m'avait échappé sur place.) Tous ces gaz ont été recueillis dans des tubes où le vide avait été opéré à 2 millimètres; une petite portion de l'oxygène et de l'azote, que l'analyse y indique, provient donc certainement de l'air resté dans les tubes, mais cette légère cause d'erreur ne change rien aux conclusions à

tirer relativement à l'origine des gaz ainsi récoltés. Tous se dégagent exclusivement, en des points très-limités, à travers l'eau de la mer, très-près de l'extrémité des coulées incandescentes. Le lieu de leur sortie se déplaçant d'ailleurs en suivant le progrès de la partie terminale des coulées, leur développement ne peut s'expliquer qu'en supposant qu'ils étaient inclus dans la lave en fusion, et qu'ils s'en sont dégagés brusquement par suite du refroidissement subit opéré au contact de l'eau de la mer, et par suite du retrait et du fendillement qui en ont été la conséquence.

» D'autres dégagements gazeux, moins abondants, s'opéraient encore en 1867, sur presque toute la périphérie du champ de l'éruption; mais ils étaient évidemment formés par de l'air atmosphérique entraîné par les laves, et plus ou moins modifié par son passage au travers de l'eau de la mer. Voici, par exemple, la composition de trois de ces gaz recueillis le 5 et le 7 mars 1867, les deux premiers (n° 4) et (n° 5) en des points où l'eau de la mer était limpide, et le troisième (n° 6) en un point où elle était rendue laiteuse par de l'acide sulfhydrique décomposé.

	Gaz n° 4.	Gaz n° 5.	Gaz n° 6.
Acide carbonique........	0,00	0,00	0,16
Oxygène...............	20,62	20,58	12,65
Azote.................	79,38	79,42	87,19
	100,00	100,00	100,00

» J'ai encore recueilli un autre gaz essentiellement différent de tous les précédents par sa composition et par son lieu de dégagement. Celui-ci se produisait près du fond du port Saint-Georges de Nea Kameni, à l'extrémite de l'ancien canal compris entre Nea Kameni et Aphroessa, en un point où j'avais déjà recueilli des gaz l'année précédente, une première fois en mars 1866, alors que les laves en contact étaient encore incandescentes, une seconde fois en mai 1866, alors qu'elles étaient déjà à peu près refroidies. J'ai opéré trois prises de ce gaz en 1867; le tableau suivant en représente la composition :

	N° 7, 3 mars 1867.	N° 8, 5 mars 1867.	N° 9, 7 mars 1867.
Acide carbonique.....	61,29	60,63	56,63
Oxygène............	0,50	0,73	1,84
Azote..............	37,99	38,26	41,41
Hydrogène..........	0,11	0,17	0,00
Gaz des marais.......	0,11	0,21	0,12
	100,00	100,00	100,00

» Les nombres inscrits ci-dessus indiquent des variations sensibles dans la composition du gaz dans un intervalle de quelques jours; mais ces variations sont bien plus nettement accusées quand on compare les gaz recueillis en 1867 à ceux qui se dégageaient au même point un an auparavant. Nous rappellerons, en effet, qu'au même endroit nous avons recueilli en 1866 des gaz composés comme il suit :

	N° 10, 5 mars 1866.	N° 11, 12 mai 1866.
Acide carbonique	35,60	84,85
Oxygène	1,46	2,31
Azote	32,04	12,84
Hydrogène	30,09	0,00
Gaz des marais	0,81	0,00
	100,00	100,00

» Il doit exister une variation semblable, quoique bien plus faible, dans la composition du gaz qui se dégage constamment au fond du port Saint-Nicolas à Palæa Kameni. Les échantillons de ce gaz, qui ont été recueillis en 1866 et 1867, ont offert les compositions suivantes :

	N° 12, 13 mars 1866.	N° 13, 22 mai 1866, recueilli et analysé par MM. Reiss, Stübel et Fritsch.	N° 14, 3 mars 1867.
Acide carbonique	78,44	76,06	79,24
Oxygène	3,37	12,39	2,21
Azote	17,55	11,55	18,30
Gaz des marais	0,64	0,00	0,25
	100,00	100,00	100,00

» Enfin, nous avons encore à indiquer ici la composition du gaz que nous avons extrait, par voie d'ébullition, d'une certaine quantité d'eau de mer prise à l'extrémité de la coulée dirigée vers Balos, le 5 mars 1867. Un litre de cette eau nous a fourni 38 centimètres cubes d'un mélange gazeux composé comme il suit, et essentiellement différent du gaz naturel qui se dégageait près de là, à une distance d'environ 10 mètres seulement :

	N° 15, extrait de l'eau de mer.
Acide carbonique	83,58
Oxygène	3,79
Azote	12,63
	100,00

» L'examen des résultats analytiques que nous venons de rapporter conduit aux conclusions suivantes :

» 1° Ils confirment la loi de variation de composition des gaz volcaniques, établie, pour la première fois, par M. Ch. Sainte-Claire Deville et déjà développée précédemment par nous.

» 2° Ils montrent que les laves en fusion pâteuse du volcan de Santorin ont dû entraîner jusqu'à une distance de plusieurs centaines de mètres de leur point d'émergence des gaz combustibles emprisonnés dans leur masse.

» 3° On voit que l'hydrogène libre et le gaz des marais en sont les éléments ordinaires, et que l'hydrogène libre y semble d'autant plus abondant que le gaz sort d'une lave à plus haute température.

» 4° La composition du gaz n° 3 démontre particulièrement, avec évidence, que dans ces mélanges il existe simultanément de l'oxygène et de l'hydrogène libres, lesquels restent ainsi en présence sans se combiner, probablement à cause de la haute température de la lave qui les renferme. Il est donc vraisemblable, d'après cela, que la vapeur d'eau qui s'échappe en si grande abondance de tous les cratères volcaniques en activité et de tous les épanchements récents de lave, se trouve à l'état de dissociation au sein de la matière fondue que rejettent les entrailles du sol. »

« **M. Ch. Sainte-Claire Deville**, à la suite de cette Communication, et relativement à la dernière conclusion, qui lui semble avoir une grande importance, fait observer que, dans le travail analytique fait par lui, en commun avec MM. F. Le Blanc et Fouqué, sur les gaz combustibles recueillis en mer, à Torre del Greco, en 1862, cette proportion anormale d'oxygène s'était déjà présentée, et que l'une des analyses avait même donné pour le rapport de l'oxygène à l'azote les nombres 29 : 71 (*Comptes rendus*, t. LVI, p. 1186). La présence concomitante de l'oxygène en excès et de l'hydrogène leur avait fait dès lors penser à la possibilité d'une dissociation entre les éléments de l'eau. Néanmoins, le fait étant encore isolé, ils avaient préféré réserver cette opinion et attribuer l'excès d'oxygène au déplacement, par l'afflux du gaz inférieur, de l'air dissous dans l'eau de mer, qui contient, comme on sait, 32 pour 100 d'oxygène. Mais les nombres donnés aujourd'hui dans le nouveau travail de M. Fouqué ne permettent plus de garder cette réserve, et, en confirmant le fait déjà observé au Vésuve, donnent une très-haute probabilité à cette opinion, formellement exprimée par lui le premier, que, dans l'intérieur de la lave incandescente, les éléments de l'eau sont dissociés et se combinent à un certain moment. On expliquerait très-bien ainsi les dégagements de vapeurs d'eau qui se poursuivent si longtemps sur les coulées de lave. »

CHIMIE INDUSTRIELLE. — *Sur un procédé de panification dans lequel on ferait intervenir le froment en grains, concurremment avec la farine.* Note de **M. Dubrunfaut.**

« Je prends la liberté d'appeler l'attention de l'Académie sur un procédé de panification qui m'a été suggéré par mes anciens travaux sur la fabrication de l'amidon de froment.

» Dans cette fabrication, je faisais tremper le froment et je séparais par des méthodes diverses le gluten et l'amidon.

» J'ai pensé que le froment trempé en grains et sans mouture, comme je le pratiquais il y a trente ans pour la fabrication de l'amidon, pourrait entrer en certaines proportions dans la confection du pain.

» Je vous remets ci-joint un échantillon du pain préparé par cette méthode, et quoique ce pain ait été préparé dans de mauvaises conditions, par des mains inhabiles, il vous donnera une idée nette du procédé et du parti qu'on pourrait en tirer dans un moment où la mouture seule paraît faire défaut aux exigences de la panification.

» Vous remarquerez que le procédé en question n'exige qu'une trempe préalable, qui, à une température convenable, peut s'effectuer facilement et promptement dans tous les ateliers de boulangerie.

» Le froment trempé peut doubler de volume, en absorbant un peu plus de 50 pour 100 de son poids d'eau. Il conserve intégralement tous ses principes alibiles. Mêlé à la farine, il prend la forme alimentaire habituelle, et, grâce à l'eau dont il est imprégné, il subit une cuisson analogue à celle que subit la pâte de grains moulus.

» La panification gagnerait si l'on pouvait ajouter au procédé en question une manipulation qui n'offrirait pas de grandes difficultés.

» Le froment trempé, puis passé entre deux cylindres de bois ou de fonte, formant laminoirs, entrerait avec plus de perfection dans la panification; il suffirait en effet de le mêler avec une certaine proportion de farine, pour l'assimiler à ce dernier produit sans rien changer à l'aspect du pain. »

PHYSIOLOGIE. — *Sur l'excrétion de l'urée, considérée comme mesure de l'activité des combustions respiratoires.* Note de **M. A. Sanson.**

« Pour la rédaction de la partie de mon Traité sur l'hygiène des animaux domestiques qui concerne leur alimentation, j'ai dû soumettre à une discussion méthodique les résultats des recherches chimiques, maintenant en

si grand nombre, qui pourraient permettre d'en établir la théorie. C'est là, pour la zootechnie, un sujet d'importance capitale. On sait que les produits utiles des animaux sont toujours en rapport nécessaire avec les aliments qu'ils consomment; en outre, leur exploitation étant une opération industrielle, le prix de revient doit en être réduit le plus possible, par la suppression du superflu. Dans cette discussion, il m'est arrivé souvent de trouver les résultats des expériences en contradiction avec les faits d'observation directe, admis par la généralité des praticiens; mais alors il a été facile de constater que les apparences contradictoires devaient être attribuées à ce que, dans les expériences, il n'avait pas été tenu compte de toutes les conditions du phénomène considéré. Cela ne pouvait guère manquer, car il ne saurait y avoir, en réalité, de différence entre l'observation exacte et l'expérimentation bien instituée. Je demande la permission d'en signaler un exemple à l'Académie, à l'occasion d'une Communication récente.

» Il a été établi dans cette Communication, faite par M. Gazeau, que l'usage de la coca, auquel il s'est soumis, avait eu pour conséquence une élimination plus considérable de l'urée; l'augmentation de ce produit dans les urines a été de 11 pour 100 avec une dose de 10 grammes de coca, de 16 et de 24 pour 100 avec une dose de 20 grammes. L'auteur en conclut que, l'augmentation de l'urée indiquant toujours un accroissement d'activité dans la métamorphose des éléments azotés, l'usage de la coca produit nécessairement une augmentation de l'énergie musculaire. Ce sont là ses propres expressions. Cependant MM. Fick et Wislicenus, qui entreprirent en 1866 l'ascension du Faulhorn après n'avoir pris, durant les dix-sept heures qui ont précédé leur départ, d'autre nourriture solide que des gâteaux composés d'amidon, de graisse et de sucre, et qui ont expérimenté directement l'influence d'un tel travail sur l'élimination de l'urée, sont arrivés à de tout autres résultats. Leur ascension avait duré de $5^h 30^m$ du matin à $1^h 20^m$ après midi. A quatre intervalles, ils ont recueilli leur urine. Celle de 5 heures du matin à $1^h 20^m$ après midi a été appelée par eux *urine de travail;* celle de $1^h 20^m$ à 7 heures du soir a été appelée *urine après le travail.* Les quantités d'urée, évaluées en azote, ont été moindres, pendant et après le travail, que les quantités constatées dans les urines de chacune des deux nuits qui ont précédé et suivi l'ascension. D'où les expérimentateurs concluent de leur côté, que le travail musculaire n'augmente pas la production de l'urée, mais qu'il la diminue au contraire.

» Il n'y a là, à ce qu'il me semble, que des contradictions apparentes. Dans les deux cas, les expérimentateurs ont négligé au moins une des con-

ditions importantes du problème; ils ont confondu l'urée éliminée par les urines avec l'urée produite, ce qui est pourtant bien différent. En effet, l'élimination de l'urée dépend de l'activité des reins, et par conséquent la quantité appréciable de ce produit d'oxydation est nécessairement en rapport avec celle de l'urine excrétée dans un temps donné. On sait que sa proportion dans le sang peut varier chez l'homme, de 0,16 à 0,27 pour 1000. Plus est active, toutes choses d'ailleurs égales, la sécrétion urinaire, plus l'est aussi l'élimination de l'urée. M. Gazeau dit que la coca, à la dose de 10 à 20 grammes, accroît constamment le poids de l'urine, de 400 grammes par vingt-quatre heures; MM. Fick et Wislicenus ne le disent pas, mais tout le monde sait que, dans une marche ascendante, comme celle qu'ils ont faite le 29 du mois d'août, en pleine chaleur de l'été, la sécrétion urinaire est beaucoup diminuée. La quantité moyenne d'urine expulsée en vingt-quatre heures par un homme adulte est de 1250 grammes, à l'état normal; les 400 grammes excrétés en plus dans les expériences de M. Gazeau dépassent, par rapport à cette quantité moyenne, le maximum de 24 pour 100 qu'il a constaté dans l'urée que ses urines contenaient. On ne peut donc pas en conclure exactement que l'usage de la coca augmente la proportion d'urée produite, et que par conséquent elle n'agit point en enrayant le mouvement de dénutrition, ainsi que l'observation semble l'indiquer; l'expérience de M. Gazeau prouve seulement que cet usage augmente la sécrétion urinaire dans une forte proportion. »

La séance est levée à 5 heures trois quarts. D.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

L'Académie a reçu, dans la séance du 19 décembre 1870, les ouvrages dont les titres suivent :

Sur les Entozoaires des Dauphins; par M. H. Gervais. Paris, 1870; opuscule in-4°.

Premiers secours aux blessés sur le champ de bataille et dans les ambulances; par M. H. Bernard, précédé d'une introduction, par M. J. N. Demarquay. Paris, 1870; 1 vol. in-12.

Conseils sur la manière de se nourrir dans les circonstances présentes; conférence faite le 11 novembre 1870; *par* M. A. Riche. Paris, 1870; opuscule in-8°.

De la dynamite et de ses applications au point de vue de la guerre; par M. P. Champion. Paris, 1870; br. gr. in-8, autographiée.

Navigation aérienne, Lettre aux Parisiens, patriotes de foi, de cœur et d'action; par M. J. Bernis. Paris, 1870; opuscule in-4°.